Ecología de Mercado

LIBERTAD Y DESARROLLO

LUIS LARRAIN • JAVIER HURTADO • PEDRO RAMIREZ

La presente publicación ha sido posible gracias
al aporte de

The Tinker Foundation

Publicado en Santiago de Chile, junio de 1995

Editado por la Fundación Libertad y Desarrollo
San Crescente 551 - Santiago, Chile.

ECOLOGIA DE MERCADO

Inscripción Nº 92.572
ISBN: 956-7183-06-1

Diseño Portada: Pilar García

Impreso en Editorial Trineo S.A.

INDICE

Prólogo

El medio ambiente siempre ha estado entre las preocupaciones de Libertad y Desarrollo. Justamente porque el desarrollo, en su expresión material y también espiritual, es uno de nuestros objetivos, entendemos que un medio ambiente más amistoso con el hombre es un componente importante de la calidad de vida y en definitiva del bienestar. Asimismo, porque creemos en el valor moral de la libertad, estamos convencidos de que valorando la iniciativa y el espíritu de emprender, es necesario buscar soluciones a la destrucción indiscriminada de los recursos naturales, que permitan a las nuevas generaciones disfrutar de un medio ambiente adecuado a sus necesidades.

Hace más de tres años, conocimos un informe del National Center for Policy Analysis de Texas, Estados Unidos, acerca de la cuestión ambiental. El informe nos llamó positivamente la atención, pues brindaba un enfoque distinto del problema. Afirmaba que una buena cantidad de las propuestas acerca del medio ambiente carecía de una base científica, otro tanto se inspiraba simplemente en un sentimiento anti-empresa privada y un número no des-

preciable de ellas atentaba contra la vida humana, aunque parezca difícil de creer. El informe, avalado por 100 científicos de indiscutida calidad, demostraba, en efecto, que muchas predicciones catastrofistas acerca del deterioro del ambiente carecían de validez. También daba cuenta del exagerado énfasis que se ponía en el deterioro ambiental causado por los privados, en circunstancias de que el mayor depredador era el Estado. Por último, denunciaba a grupos que en aras de la conservación de ciertas especies vegetales postulaban derechamente la necesidad de exterminar especies animales, y en el caso del hombre proponían un control indiscriminado de la población.

El autor, el economista John Goodman, llamaba a contrarrestar este ambientalismo "anti-ciencia" , "anti-mercado" y "anti-vida", por un ambientalismo "progresista", cuya base estaba en la correcta definición de los derechos de propiedad. Para ilustrar su tesis, citaba numerosos ejemplos ocurridos en los Estados Unidos y otras partes del mundo, los cuales señalaban que allí donde estaban bien definidos los derechos de propiedad, era donde mejor se cuidaba el ambiente, y por contraste, cuando se trataba de recursos de "propiedad común" se presentaban los más graves casos de deterioro ambiental.

La atractiva presentación de estos conceptos, que aunque nos eran familiares jamás habíamos visto explicados de esa manera, nos llevó a pedir a John Goodman que nos autorizara para traducir y publicar el Informe en Chile. También lo invitamos como orador a nuestro aniversario, donde tuvo oportunidad de abundar en estos conceptos.

Siempre en la idea de difundir este enfoque del problema ambiental, Libertad y Desarrollo definió entre sus programas de investigación uno destinado a encontrar en la realidad chilena ejemplos en que la empresa privada, buscando su propio beneficio, contribuía con sus acciones a mejorar la calidad ambiental. La idea recibió el apoyo de la Tinker Foundation, institución que tiene entre sus líneas de trabajo la del medio ambiente.

Los investigadores asociados Javier Hurtado y Pedro Ramírez desarrollaron entonces el trabajo conducente a detectar,

analizar y seleccionar aquellos casos que ilustraban nuestro enfoque. Enseguida participaron, junto a Luis Larraín y Cristián Larroulet, en seminarios organizados en conjunto con instituciones académicas de distintas ciudades del país, cuyo objetivo era dar a conocer estos casos a académicos e investigadores. Así, se llevó a cabo un seminario con la Universidad Nacional Andrés Bello en Santiago, uno con la Universidad del Desarrollo, en Concepción, y uno con la Universidad Adolfo Ibañez, en Viña del Mar. Los aportes y comentarios recogidos en esas instancias han contribuido a enriquecer el contenido del trabajo que presentamos.

"Ecología de Mercado", es un aporte de Libertad y Desarrollo a aquellos que, sintiendo respeto y amor por la naturaleza y el medio ambiente, valoran también la libertad de emprender, la iniciativa privada y el importante rol que está llamado a cumplir el desarrollo económico para el bienestar de las personas. Agradecemos a todos quienes con su apoyo han hecho posible esta obra.

Lucía Santa Cruz
Consejera
Libertad y Desarrollo

Introducción

Buscando aumentar sus ganancias, las empresas pesqueras de la Octava Región han ayudado a mejorar la calidad del aire de Talcahuano. Buscando gastar menos en luz, bencina y calefacción, los chilenos han disminuido los impactos ambientales de la producción de energía. Buscando conquistar mercados en el exterior, los productores de frutas se han adecuado a las exigencias de los países más desarrollados, usando productos químicos de bajo impacto en el entorno. Buscando una mejor producción forestal, las empresas silvícolas han desarrollado la biodiversidad en sus bosques.

Todos estos ejemplos tienen dos elementos en común. Primero, su motivación ha sido el beneficio particular. Segundo, sus efectos han traído una mejoría en el medio ambiente.

El mercado también es verde. Como intenta ilustrarlo este libro, el cuidado del entorno no se contrapone con el desarrollo de la empresa privada; por el contrario, puede encontrar en ella a un poderoso aliado.

La premisa con la que actúan algunos grupos ecologistas es la contraria: el progreso es siempre enemigo del ambiente. Pero lo que parece primar en muchas de esas organizaciones es un sentimiento anti-empresa por sobre la preocupación por el medio ambiente.

Ese sentimiento indudablemente ha cundido. Y se muestra su presencia desde el momento en que se habla de "impacto ambiental", para referirse al problema. Según el Profesor Harald Rosenthal de la Universidad de Kiel, "el término impacto implica un efecto negativo, por ello impacto ambiental de la acuicultura (por ejemplo) a menudo entrega, en forma automática, una connotación negativa. En términos de ecosistema, existe un cambio ecológico. Si tal cambio es negativo o positivo depende de un juicio de valor humano".

Esto nos parece de suma importancia, por cuanto deja en evidencia la parcialidad con que muchas veces se tratan estos temas, expresándose siempre visiones desde posiciones extremas, sean éstas la exclusivamente productiva, o bien la ecologista extrema. No hay que olvidar que toda actividad humana altera el medio ambiente en algún grado, pero no necesariamente esa alteración es negativa, en especial si se considera que es responsabilidad del hombre el adecuar el medio ambiente en su búsqueda de una mejor calidad de vida.

Lo que es innegable es que éste es el tema de los tiempos que vivimos. Por lo menos en apariencia, los chilenos y nuestros gobernantes hemos aumentado nuestra conciencia y preocupación por el estado del entorno y por la conservación de diversos ecosistemas. Cuesta hoy encontrar a alguien que no concuerde con que hay que cuidar y, en lo posible, mejorar la calidad ambiental.

¿A qué se deben esta conciencia y esta preocupación?

La razón principal es, sin duda, el deterioro ambiental mismo, que cada día es más visible para la población, especialmente en la forma de contaminación del aire, de las aguas y del suelo.

Pero no es el único factor. A él se agrega el incremento del nivel cultural de los sectores medios y altos (gracias a su mayor bienestar económico, producto del desarrollo general del país), que ha hecho aumentar su exigencia en relación con componentes más sofisticados de la calidad de vida. Esta tendencia se ha visto reforzada por la transmisión de la experiencia de los países más desarrollados, la que hemos conocido gracias al acercamiento que genera el comercio internacional y a la globalización de los sistemas de comunicación.

En esos países, la importancia del entorno como parte de las condiciones de existencia ha crecido con el tiempo, a medida que otros componentes de la calidad de vida –como la alimentación, la salud, el vestuario, la vivienda, la educación, el transporte y el esparcimiento– han mejorado. Sin embargo, ha llegado a ser una variable relevante sólo en el último cuarto de este siglo. Antes no se lo percibía como un problema importante, y no porque no existiera –hay múltiples ejemplos de destrucción de recursos naturales y contaminación ambiental a través de la historia–, sino porque la sociedad estaba más preocupada de otros aspectos que se consideraban más relevantes.

Muchos países menos desarrollados han "importado" esta preocupación por la calidad ambiental, y en especial sus grupos más informados la han convertido en un tema prioritario, incluso por encima de algunos de los problemas sociales básicos. Esto ha provocado no pocas dificultades, pues se trata de imponer para todos ciertas conductas que el común de las personas no valoriza suficientemente, ya sea porque enfrentan problemas distintos –muchas veces de sobrevivencia– o simplemente porque tienen diferentes prioridades. Otra dificultad que ha presentado la transmisión de este fenómeno desde el mundo desarrollado hacia nuestros países, ha sido el uso del tema ambiental como pretexto para imponer medidas proteccionistas. Esta nueva modalidad del ya tan antiguo proteccionismo toma dos formas distintas: restricciones indirectas mediante la exigencia de estrictas normas de calidad a los distintos productos transados, y restricciones directas a los países que son acusados de no proteger el medio ambiente.

El desafío del desarrollo sustentable

Esta situación nos ubica frente a una profunda paradoja: el desarrollo económico hace surgir y agudiza la preocupación por el medio ambiente y, al mismo tiempo, es acusado de ser el principal causante, directo o indirecto, del deterioro en la calidad ambiental.

A un mismo tiempo, el desarrollo mejora la calidad de vida –es decir, pone a disposición de la sociedad más y mejores viviendas, más y mejores alimentos, más tiempo libre, mejor control de las enfermedades, mayores expectativas de vida, etc.– y hace visible cómo esa calidad, en algunos aspectos, empeora. Porque el tráfico vehicular, las emanaciones ponzoñosas de ciertos procesos productivos, la concentración de población en grandes ciudades, la erosión y la deforestación, entre otros fenómenos, al alcanzar dimensiones generalizadas, son reconocidos como problemas básicos inherentes al progreso.

Pero no hay que olvidar que el objetivo del desarrollo es el mejoramiento de la calidad de vida. En este sentido, el cuidado del medio ambiente, una vez internalizada su importancia como componente de las condiciones de vida, se convierte también en un objetivo del desarrollo.

El problema de la aparente incompatibilidad entre desarrollo y medio ambiente se genera precisamente por el desconocimiento u olvido de esta identidad de objetivos. Esto lleva a que soluciones ideadas para resolver necesidades específicas en un ámbito no consideren posibles daños en otro. Por ejemplo, las necesidades energéticas de las poblaciones rurales o urbano-marginales han llevado a un uso creciente y descontrolado de leña, causando problemas locales de deforestación: así, el mejoramiento de un componente de la calidad de vida puede provocar el deterioro de otro.

A pesar del conocimiento real que existe sobre el costo que el deterioro del medio ambiente causa a la sociedad, ese costo generalmente ha sido ignorado. La razón de esta actitud, que en apariencia es irracional, radica en los beneficios no apropiables o externalidades surgidos de cada acción: los beneficios percibidos por una persona ante una medida específica son menores que los beneficios para la sociedad en su conjunto. Así, por ejemplo, el costo de reducir las emisiones contaminantes que salen por la chimenea de una fábrica es mucho mayor que el beneficio que para el dueño de esa fábrica significa tener aire puro, pero es, probablemente, menor que el daño total causado a la sociedad.

Desde el punto de vista de las inversiones, de los costos y de los beneficios directos, las alternativas de desarrollo en una empresa cualquiera son, en general, más baratas cuando no se incorporan restricciones ambientales, debido a que ellas limitan el conjunto de soluciones posibles –eliminando las de mayor impacto ecológico– y agregan un objetivo adicional –cuidar el entorno–, el cual también tiene un costo. Pero esas alternativas son más baratas sólo en el corto plazo, pues no considerar hoy una restricción real implicará mayores costos en el futuro, debido a los daños ambientales causados. De esta forma, si en la evaluación de las alternativas de desarrollo se agregan todos los costos y beneficios indirectos asociados al medio ambiente, lo más probable es que la evaluación indique que siempre es más eficiente considerar el problema ambiental en la toma de decisiones.

Lo anterior implica, necesariamente, que para lograr soluciones específicas que compatibilicen el objetivo de mejorar la calidad ambiental con la urgencia de desarrollarse, hay que incorporar al conjunto de variables de decisión empleadas por la comunidad en el proceso de desarrollo, los costos y beneficios sociales asociados al medio ambiente.

El problema de fondo radica, entonces, en crear mecanismos que incluyan las variables ambientales relevantes en el proceso normal de toma de decisiones. Pero, además, hay que tener claro que los beneficios asociados a proteger el medio ambiente no

son infinitos; si lo fueran, tendríamos que estar dispuestos a cerrar todas las industrias, a prohibir la circulación de todos los vehículos motorizados, a no utilizar cocinas convencionales, a no calefaccionarnos, etcétera, todo por tener un medio ambiente limpio.

Este es, precisamente, el desafío del desarrollo sustentable que enfrenta Chile hoy.

Medio ambiente y mercado

A estas alturas, resulta evidente que nos encontramos frente a un típico problema de asignación de un recurso escaso necesario para fines múltiples. A ese recurso –medio ambiente de una calidad determinada– intentaremos aplicarle las herramientas de la ciencia económica.

Se dice que el mercado, en general, no ha solucionado en forma adecuada el problema ambiental debido a que presenta, a lo menos, dos características que hacen que su comportamiento sea complejo: el desconocimiento de las relaciones de producción y del precio de mercado. Efectivamente, cuando el precio y las relaciones de producción son factores conocidos, el mercado soluciona en forma óptima la asignación de los recursos, permitiendo que se cumplan las condiciones de marginalidad, vale decir, que el beneficio proporcionado por la última unidad producida en un proceso determinado sea igual al costo de producir esa misma unidad. Con el medio ambiente, eso no es tan claro. Tampoco lo es con muchos bienes públicos, como las ondas de radio, la policía, las plazoletas, la defensa nacional y el alumbrado, entre otros, por lo que no se puede discriminar en su uso.

El desconocimiento de las relaciones de producción –es decir, de la relación exacta entre todos los insumos que necesita un sistema para generar un producto determinado– es evidente en el caso ambiental. Usemos el aire como ejemplo: no conocemos la influencia exacta de los factores meteorológicos o atmosféricos, la re-

generabilidad, la reactividad ni los límites máximos para sus componentes de tal forma de producir un aire de una calidad determinada. Mal podemos, entonces, conocer la combinación óptima de insumos para producir una determinada calidad de aire.

Pero el solo desconocimiento de las relaciones de producción no implica necesariamente que el mercado no pueda solucionar en forma adecuada el problema de asignación de recursos. En el caso de la agricultura, donde no se conocen en forma exacta todos los factores que pueden influir en la calidad y cantidad de una determinada cosecha (siendo muchos de ellos, además, imposibles de controlar), existe claramente un mercado que soluciona el qué, el cómo y el cuánto producir, a través de la existencia de un precio.

Por eso, el problema de fondo en la asignación adecuada de los recursos ambientales radica en el desconocimiento de su precio de mercado.

El precio es la relación en que un bien o un servicio se cambian por otros. Esta relación está determinada por dos factores: la utilidad y la escasez relativa de los bienes y servicios. Es decir, para tener un precio, un bien debe ser "económico": escaso y útil a la vez. La luz del sol, por ejemplo, siendo muy útil, no tiene precio, porque no es escasa (corresponde a lo que llamamos un bien libre). La carne, en una comunidad de vegetarianos, puede ser escasa, pero nadie la necesitaría, por lo que, al no ser útil, no tendría precio.

Pero para tener un precio se requiere, además de escasez y utilidad, de intercambio, porque un precio surge sólo cuando efectivamente se intercambian los bienes. Y para que se haga efectivo el intercambio, además del deseo de cambiar una cosa por otra, tiene que existir un derecho real sobre los bienes que se intercambian, pues si no lo hubiera, no sería aceptado el bien como medio de cambio. Por lo tanto, para que exista intercambio debe haber propiedad sobre los bienes y servicios.

Si no tienen propiedad sobre los bienes que intercambian, las personas no perciben, al negociar el precio, ningún efecto

sobre su situación, con lo que el precio mismo deja de tener sentido. Es lo que sucede normalmente con la venta de bienes robados o cuando se juega póker con palitos de fósforos.

En el caso del medio ambiente, muchos de sus componentes no tienen precio, y no es porque no sean útiles o porque no sean escasos (¡qué más escaso y útil que el aire puro!), sino porque los derechos de propiedad no están claramente definidos.

Ahora, no es lo mismo hablar de inexistencia de precios que de precio cero. Si el precio es efectivamente cero, el recurso será usado hasta que la utilidad marginal que preste sea nula, produciéndose así una asignación óptima del recurso. Así ocurre con el uso de agua de mar para enfriar el motor de los buques. Pero cuando no existe precio conocido (aunque claramente el precio real sea positivo) se tiende a utilizar el recurso como si su precio fuera cero, produciéndose una distorsión en la asignación del recurso. Es el caso de los ríos cuando son usados como receptores de efluentes y también del aire cuando es usado como receptor de sustancias extrañas como humo, gases y polvo.

En síntesis, la inexistencia de precios, producto principalmente de la indefinición de derechos de propiedad, producirá una sobreexplotación de los recursos, con las consecuentes externalidades negativas para algún sector.

Existen varios casos en que el mercado soluciona razonablemente el problema de asignación de recursos ambientales, dado que los derechos de propiedad –sobre el recurso mismo tanto como sobre el resultado ambiental logrado– están bien definidos. Sin embargo, dado el estado actual de definición de derechos de propiedad, no se puede pretender que todos los problemas ambientales puedan ser resueltos. Más aún, es posible que muchos problemas estén agravados debido a una inadecuada legislación o definición de derechos. La función del Estado consiste, entonces, en asignar, en la medida de lo posible, los derechos de propiedad y definir responsabilidades y costos en relación a las externalidades producidas en aquellos casos en que es muy difícil o imposible definir estos derechos.

El objeto de este trabajo es mostrar algunos ejemplos específicos en los cuales los propios incentivos del mercado actúan sobre la decisión particular de preocupación ambiental, quedando de manifiesto que la existencia de precios de mercado, principalmente por la asignación clara de derechos de propiedad, es un elemento fundamental para que se produzca esta preocupación. Otro elemento de un mercado eficiente, la competencia, también colabora a la preocupación ambiental cuando el consumidor así lo manifiesta. Estos ejemplos son sólo algunos de los múltiples casos en que existen soluciones privadas al problema ambiental; sabemos que muchas otras empresas han realizado inversiones significativas en este sentido.

Reconociendo que sin alguna intervención el mercado no es capaz de solucionar muchos problemas ambientales, un examen en profundidad del tema nos hace plantear que la respuesta adecuada no es la regulación indiscriminada –por la vía de prohibiciones y restricciones– que habitualmente se propugna. Por el contrario, una solución más eficiente, en términos de asignación de recursos e incluso de objetivos ambientales, se puede lograr a través de la definición de derechos de propiedad donde ella no existe. Ello junto a un mercado competitivo, abierto a la competencia internacional y con empresas en las cuales sus ejecutivos y dueños responden por sus decisiones, permiten un mayor cuidado del medio ambiente en un proceso de crecimiento económico. Es lo que nos proponemos demostrar.

La Empresa Privada Contribuye a Mejorar la Calidad Ambiental

Energéticos a favor del ambiente

Decir contaminación y pensar en consumo de energía es casi una misma cosa. Y no es raro, porque uno de los elementos fundamentales en el análisis de la polución atmosférica es el consumo de los diversos energéticos, pues sus procesos de combustión generan importantes emisiones de contaminantes.

El aumento en la eficiencia del uso de los energéticos, producto de una mejor combustión, trae como consecuencia directa un ahorro en su consumo y una menor emisión de contaminantes. Por eso es importante que existan mecanismos, lo más automáticos posibles, para lograr este efecto.

El aumento en la eficiencia del uso de los energéticos, producto de una mejor combustión, trae como consecuencia directa un ahorro en su consumo y una menor emisión de contaminantes. Por eso es importante que existan mecanismos, lo más automáticos posibles, para lograr este efecto.

En Chile, a partir de mediados de la década de los 70, se comenzó a aplicar una política energética más liberal, eliminándose distorsiones provenientes de diversos subsidios y fijaciones arbitrarias de precios, con el objeto de que los precios reflejasen los verdaderos costos de oportunidad de los distintos energéticos. Con ello, el consumidor logró tener en sus manos la decisión de qué, cómo y cuánto consumir de cada energético, basando esta decisión en los verdaderos costos de cada uno.

Una política energética liberalizadora que elimine las distorsiones en los precios, como la que impulsó Chile, tiene el doble beneficio de disminuir las emisiones y producir un crecimiento económico más rápido.

Según las conclusiones de un estudio del Banco Mundial publicadas por la revista The Economist en mayo de 1992, una política energética liberalizadora que elimine las distorsiones en los precios, como la que impulsó Chile, tiene el doble beneficio de disminuir las emisiones (en un 20% de aquí al año 2050) y producir un crecimiento económico más rápido (incrementando el ingreso real en 0,5% durante el mismo período), tal como se puede apreciar en el cuadro N° 1.

CUADRO N° 1

Ventajas de Eliminar Distorsiones en los Precios de la Energía

Políticas	Efectos sobre:					
	% Reducción de monóxido de carbono en el 2050 comparado con no hacer nada			% Cambio en el ingreso real*		
	OECD	No-OECD	Total	OECD	No-OECD	Total
- Estabilizar emisiones OECD en el año 2000	-43	0	-11	-0.6	-0.30	-0.4
- Imponer un impuesto comb. energía - CO2 (Sólo EC)	-10	0	-3	-0.2	-0.2	-0.2
- Estabilizar emisiones Globales**	-54	-68	-64	-1.2	-3.2	-2.1
- Eliminar distorsiones en los precios de la energía	**10**	**-31**	**-20**	**0.1**	**1.1**	**0.5**

** El valor presente de los cambios en los ingresos reales fue calculado usando un 1.5% de tasa de descuento.*
*** El cuadro asume reducciones del 80% en las emisiones para los países de la OECD, para el año 2050, respecto del año 1990, y posterior estabilización. Para los países no-OECD la reducción supuesta es del 50%.*

Como lo demuestra el cuadro anterior políticas que reflejen los precios reales de la energía son las únicas que permiten reducir la contaminación y, simultáneamente, aumentar el ingreso.

La aplicación de una política que refleja los precios reales de la energía en nuestro país trajo como consecuencia, en el período 1975-1992, una disminución de 9 puntos en el consumo de energía final por unidad de PGB.

La aplicación de esta política en nuestro país trajo como consecuencia, en el período 1975-1992, una disminución de 9 puntos en el consumo de energía final por unidad de PGB. Además, ayudó a bajar –durante el mismo período– en 15 puntos el consumo de petróleo y de sus derivados y en 27 puntos el consumo de carbón. Al mismo tiempo, hizo crecer en 11 puntos el consumo de electricidad, tal como se puede apreciar en los gráficos N° 1 y N° 2. Estos cambios en la composición de fuentes energéticas producen un mejor medio ambiente.

GRAFICO Nº 1

Aumento de la Eficiencia y Tendencia hacia el Uso de Energéticos más Limpios

Evolución del consumo final de energía
por unidad de PGB

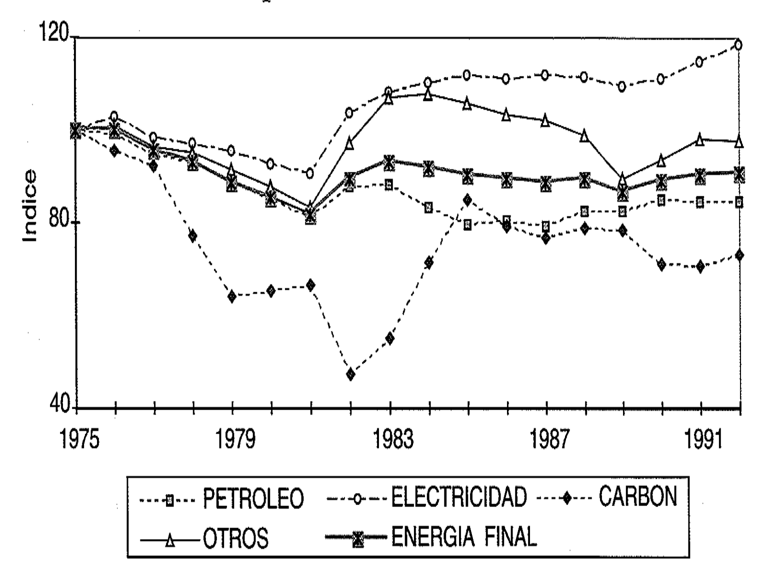
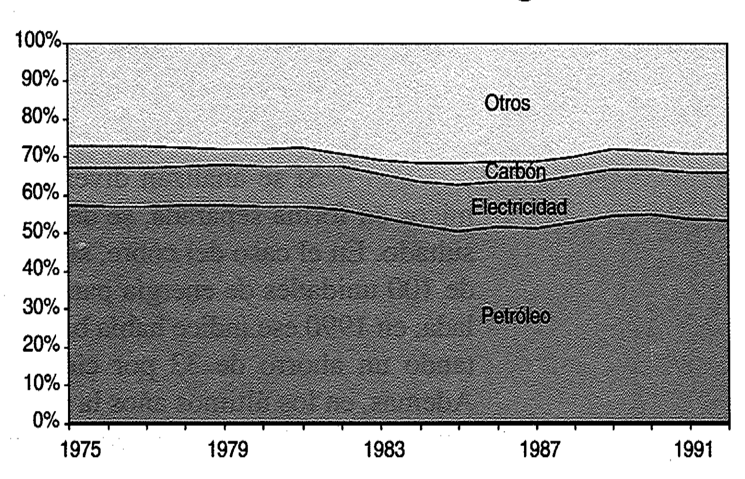


GRAFICO Nº 2

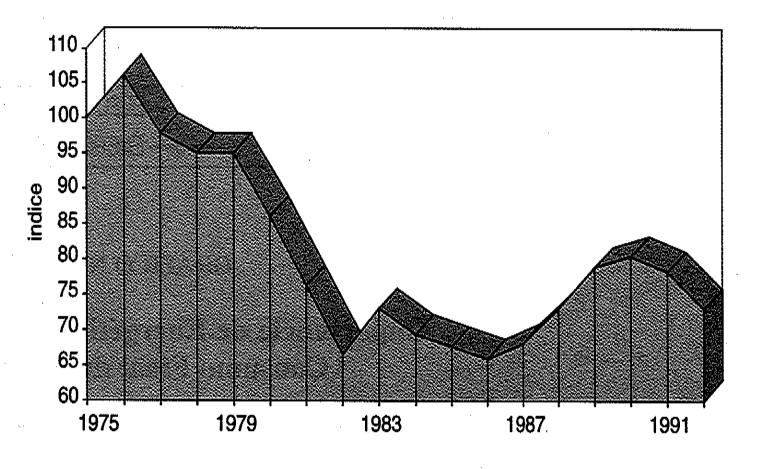
Importancia de Energéticos Básicos en el Consumo Final de Energía



En el caso del petróleo crudo (gráfico N° 3), energético que durante la década de los 70 sufrió importantes alzas en su precio internacional, el consumo nacional descendió en términos reales. En 1975 se necesitaban 100 unidades de petróleo por cada unidad de PGB, mientras que en 1992 sólo se necesitaron 73 unidades de petróleo por unidad de PGB, produciéndose un ahorro de 27 unidades. Esta disminución en el consumo de petróleo se debe tanto a un ahorro real de energía como a un efecto de sustitución por otros energéticos más baratos.

GRAFICO N° 3

Evolución del Consumo de Petróleo Crudo por Unidad de PGB



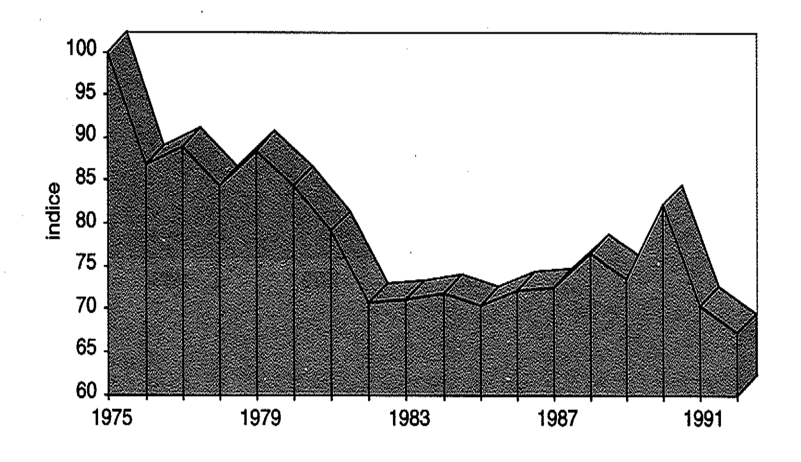
Si se analizan diversos sectores económicos en forma separada, se descubre el mismo resultado. En el caso del cobre, si en 1975 se requería de 100 unidades de energía para producir una tonelada, en 1990 ese índice había bajado a 67, representando un ahorro de 33 por ciento (gráfico N° 4). Además, en los últimos años la producción de cobre aumentó y las leyes de mineral, en promedio, dismi-

nuyeron, haciéndose cada vez más difícil producir cantidades adicionales de este metal.

GRAFICO N° 4

Sector Cuprífero

Evolución del Consumo de Energía por Tonelada de Cobre Fino Producido



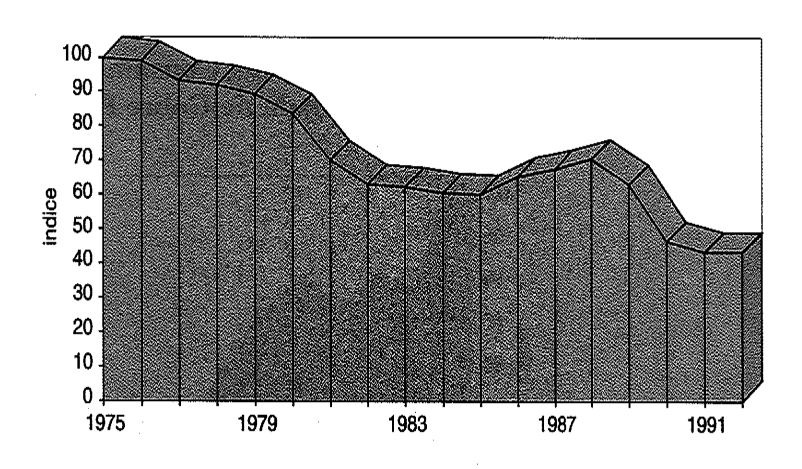
En el sector transporte terrestre también se manifiesta en forma clara un aumento significativo en la eficiencia energética, producto de la incorporación al país de vehículos con tecnologías más eficientes y menos contaminantes.

En el sector transporte terrestre también se manifiesta en forma clara un aumento significativo en la eficiencia energética, producto de la incorporación al país de vehículos con tecnologías más eficientes y menos contaminantes. Si en 1975 se consumían 100 unidades de energéticos por vehículo del parque nacional, en el año 1992 este índice descendió a 43 (gráfico N° 5). Aunque este ejemplo refleja más bien una tendencia internacional, lo importante de destacar es que la propia apertura del mercado, en este caso una mayor libertad para importar vehículos, ha permitido una renovación importante del parque.

GRAFICO N° 5

Sector Transporte Terrestre

Evolución del Consumo de Energía por Vehículo



La motivación principal para el ahorro o la sustitución de energéticos nace de la necesidad de optimizar rentabilidades más que de la preocupación del ahorro de energía mismo.

Estos ejemplos reflejan una nítida tendencia de uso más eficiente de la energía, con la consiguiente mejora en los patrones de emisión de contaminantes. Lo interesante es que estos ahorros energéticos se han producido por la propia voluntad de los consumidores, gracias a una política de precios realista, sin que haya sido necesaria ninguna imposición o regulación del Estado. La motivación principal para el ahorro o la sustitución de energéticos nace de la necesidad de optimizar rentabilidades más que de la preocupación del ahorro de energía mismo.

Pangue: una falsa leyenda negra

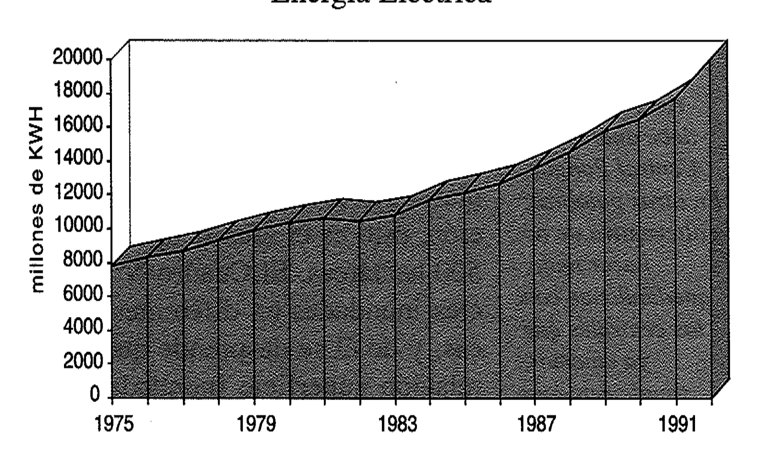
La central hidroeléctrica Pangue ha sido, probablemente, el proyecto de generación de energía que más críticas y resistencia ha despertado en los grupos ecologistas. Su construcción está en plena marcha, con el aval decidido de la Comisión Nacional de Energía, organismo estatal que recomendó hace ya varios años su realización.

Actualmente, producto de la tasa de crecimiento en el consumo de electricidad, es necesario, cada 5 años, aumentar la energía producida en aproximadamente 4.500 millones de Kwh, es decir, dos veces la cantidad de energía producida por la central Pangue.

Antes de analizar el caso específico de Pangue, hay que considerar que Chile requiere incrementar cada cierto número de años su capacidad de generación de energía eléctrica. Actualmente, producto de la tasa de crecimiento en el consumo de electricidad, es necesario, cada 5 años, aumentar la energía producida en aproximadamente 4.500 millones de Kwh (gráfico N° 6), es decir, dos veces la cantidad de energía producida por la Central Pangue.

GRAFICO N° 6

Aumento de la Necesidad de Energía Eléctrica
Evolución Nacional del Consumo de Energía Eléctrica



Ante esta necesidad, hay que estudiar permanentemente qué nuevas centrales eléctricas se construirán en el futuro, considerando de qué tipo serán y cuál será su ubicación y tamaño, de acuerdo a los recursos disponibles y a las potenciales inversiones y costos de operación, seleccionando, en definitiva, el programa de inversiones bajo un criterio de optimización económica. Estos estudios deben considerar también los impactos ambientales producidos por cada alternativa, valorizándolos e introduciendo las inversiones y costos adicionales necesarios para minimizarlos razonablemente.

Hay que estudiar permanentemente qué nuevas centrales eléctricas se construirán en el futuro, considerando de qué tipo serán y cuál será su ubicación y tamaño, de acuerdo a los recursos disponibles y a las potenciales inversiones y costos de operación.

En este contexto, es decir, aceptando la necesidad de incrementar la producción de electricidad, se debe analizar la Central Pangue. En otras palabras, la alternativa de no hacer nada, quedándonos con las centrales que ya tenemos, simplemente no existe.

El proyecto Pangue consiste en una central hidroeléctrica con embalse ubicada en la VIII región, en el curso del río Bío Bío, y que tendrá una potencia instalada de 450 MW y una generación media anual de 2.158 millones de KWh.

Aceptando la necesidad de incrementar la producción de electricidad, se debe analizar la Central Pangue. En otras palabras, la alternativa de no hacer nada, quedándonos con las centrales que ya tenemos, simplemente no existe.

Esta es una central de embalse de tamaño muy reducido. El volumen embalsado es de 175 millones de m^3, de los cuales sólo 5 millones son de regulación, lo que permite solamente una regulación diaria del caudal afluente. La superficie de inundación, esto es el área ocupada por el embalse, es de 500 hectáreas. El Cuadro N° 2 compara las superficies inundadas en diferentes centrales hidroeléctricas, y de él se desprende que esta central tiene una relación superficie inundada versus potencia muy favorable.

CUADRO Nº 2

Comparación de Superficies Inundadas por Represas de Centrales Hidroeléctricas

Pangue (450 Mw)	**500 hás**
Central Colbún (500 Mw)	4.700 hás
Central Rapel (350 Mw)	8.000 hás
Tres Marías - Brasil (400 Mw)	100.000 hás

Centrales como Itaipú o Tucurui, en Brasil, desplazaron del orden de las 30 a 50 mil personas. Pangue desplazó sólo a 50 personas, ninguna de las cuales, por lo demás, pertenece a las minorías indígenas.

Con respecto a la población desplazada por el embalse, la comparación también favorece a Pangue. Centrales como Itaipú o Tucurui, en Brasil, desplazaron del orden de las 30 a 50 mil personas. Pangue desplazó sólo a 50 personas, ninguna de las cuales, por lo demás, pertenece a las minorías indígenas que, según los detractores del proyecto, se verían afectadas (cuadro Nº 3).

CUADRO Nº 3

Número de Personas Erradicadas por Construcción de Represas para Centrales Hidroeléctricas

Tucurui (Brasil)	30.000
Itaipú (Brasil)	50.000
Mahavelli (Sri Lanka)	250.000
Three Gorges (China)	1.000.000
Pangue (Chile)	**50**

Algo interesante de preguntarse es lo siguiente: qué otras alternativas hay para generar energía y cuál es el impacto ambiental de ellas. Porque para generar la misma cantidad de energía que la proyectada por esta central hidroeléctrica se podría construir una central térmica a carbón, fuel oil

o petróleo diesel. Las siguientes cifras entregan una buena respuesta: para producir la misma energía habría que quemar 860.000 toneladas de carbón o 540.000 toneladas de fuel oil o 410.000 toneladas de petróleo diesel cada año, con los consiguientes impactos atmosféricos propios del proceso de combustión. En nuestro país, la generación a través de turbinas a gas aún es impracticable, por la inexistencia de gas natural en el área del sistema interconectado. Finalmente, la generación nuclear, aparte de presentar los inconvenientes propios de trabajar con material radioactivo, sólo es económicamente atractiva para centrales mayores a 1.200 Mw de potencia, esto es, tres veces la potencia de la Central Pangue.

Ante la carencia de legislación ambiental a la cual recurrir, Endesa debió desarrollar un método propio para diseñar una adecuada inserción de sus proyectos en su entorno natural. Esta metodología consiste en efectuar estudios progresivos para cada proyecto, los que desarrollan los aspectos ambientales a la par de los estudios técnicos y económicos.

Consecuente con esta metodología, Endesa inició a comienzos de la década de los sesenta los estudios sobre Pangue, incluyendo los aspectos geológicos y la situación de tenencia de tierras, entre otros.

En el año 1986 se inició la evaluación de impacto ambiental. Los primeros tres estudios se referían a problemas globales de la cuenca del Bío Bío, y los últimos dos se centran en el caso de Pangue. Todos ellos han sido contratados con consultores independientes, y confirman la factibilidad del proyecto desde el punto de vista ambiental.

Dada la relevancia que Endesa asigna a la variable ambiental en sus proyectos, la filial Pangue creó una unidad especial de gestión ambiental, que tiene la responsabilidad de coordinar los estudios ecológicos relacionados con el proyecto y las acciones que ellos recomiendan.

Dada la relevancia que Endesa asigna a esta variable en sus proyectos, la filial Pangue creó una unidad especial de gestión ambiental, que tiene la responsabilidad de coordinar los estudios ecológicos relacionados con el proyecto y las acciones que ellos recomiendan. Dos iniciativas concretas han surgido de esta unidad. La primera fue la creación de una Estación Ecológica, la que cuenta con laboratorios, viveros de reproducción de especies nativas y una plantación de cerca de 40.000 árboles, destinados a reforestar las riberas que resulten afectadas por las obras de la central. Adicionalmente, la empresa creó, en conjunto con tres comunidades indígenas aledañas, una fundación cuyo objetivo es contribuir al desarrollo de la cultura pehuenche y el progreso económico de sus habitantes. La Fundación, que recibirá un ingreso permanente proveniente de las utilidades de la empresa, ha financiado ya más de 100 proyectos elegidos por las propias comunidades.

Actualmente está en desarrollo un sexto estudio ambiental, contratado con especialistas extranjeros, del que surgirán medidas definitivas para minimizar los posibles impactos negativos del proyecto y maximizar los impactos positivos.

El asedio del que ha sido objeto este proyecto por parte de grupos ecologistas ha prescindido del hecho de que es probablemente una –si no "la"– alternativa de generación de energía más limpia en términos ambientales.

Es interesante hacer notar que el asedio del que ha sido objeto este proyecto por parte de grupos ecologistas ha prescindido del hecho de que es probablemente una –si no "la"– alternativa de generación de energía más limpia en términos ambientales. La construcción de Pangue ha sido atacada sucesivamente con argumentos tales como el impacto sobre el bosque nativo y el efecto sobre las poblaciones indígenas; los que han sido reemplazados por otras acusaciones a medida que las originales –por falsas o por magnificadas– se derrumban.

Estas protestas han encontrado eco a nivel internacional, como queda de manifiesto en el mapa "The World's Next Trouble Spots", publicado a doble página por la revista *Time* del primero de junio de 1992, que dice textualmente: "Pangue, una planta hidroeléctrica de US$ 470 millones, a ser construida en el río Bío Bío, parece relativamente inocua. Sólo 405 hectáreas de matorral y pastizales serán inundadas, y la vida silvestre no está en peligro". Paradójicamente, señalan a Pangue como uno de los principales problemas mundiales, y acto seguido, afirman que no es problema en absoluto.

Pangue es un buen ejemplo de preocupación ambiental de la empresa privada inserta en un medio ambiente con precios que reflejan la escasez de los recursos y que promueve la competencia.

Finalmente, es bueno recordar que este proyecto está financiado por la banca internacional, especialmente la multilateral, que es muy exigente respecto de las condiciones ambientales de los proyectos que financia, lo que en la práctica obliga a las empresas, si pretenden acceder a esos créditos, a evaluar esta variable en sus proyectos, teniendo que adecuarse a exigentes normas ambientales, típicas de países desarrollados, como requisito para obtener las ventajas propias de esa clase de financiamiento.

Pangue es un buen ejemplo de preocupación ambiental de la empresa privada inserta en un medio ambiente con precios que reflejan la escasez de los recursos y que promueve la competencia. Asimismo, refleja la modernización de la iniciativa empresarial y su convencimiento de que su inserción en la economía mundial requiere de una mayor preocupación por el medio ambiente.

La minería se limpia la cara

La minería es otra actividad en que la variable ambiental es muy relevante. Entre los puntos más discutidos en cuanto a su relación con el entorno se destacan el manejo de los relaves, el uso y la contaminación del agua, la emisión de dióxido de azufre en los procesos de fundición y la utilización de los suelos.

Muchas empresas mineras han considerado al medio ambiente en el análisis de sus proyectos. En su origen, los principales factores que explican esta conducta son:

- la necesidad de estar preparados para cumplir con una normativa ambiental exigente;

- la interacción con las comunidades vecinas a sus faenas;

- las posibles presiones de los mercados consumidores internacionales y, sobre todo, de la competencia, que se ve enfrentada, especialmente en algunos países más desarrollados, a una normativa ambiental muy estricta.

Muchas empresas se han dado cuenta que preocuparse del entorno trae ventajas económicas, porque posibilita proyectos nuevos y mejoras en los procesos productivos. Además, el hecho de estar presentes en los mercados internacionales les permite sustentar su actividad.

Si bien han sido éstas las razones iniciales de la preocupación ambiental, muchas empresas se han dado cuenta que preocuparse del entorno trae ventajas económicas, porque posibilita proyectos nuevos y mejoras en los procesos productivos. Además, el hecho de estar presentes en los mercados internacionales les permite sustentar su actividad, dado que en el mercado nacional no existe demanda suficiente para los grandes volúmenes de produc-

ción que la operación rentable del sector necesita, por lo que las normas externas, en especial aquellas de los países desarrollados, que son los principales consumidores, pasan a ser un antecedente inseparable del negocio.

La actividad minera va a ser siempre productora de residuos sólidos en cantidades significativas, ya que el mineral normalmente se encuentra en concentraciones muy bajas. Surge entonces el problema de qué hacer con todo el material de desecho generado, y cómo hacerlo a costos razonables, para que la actividad siga siendo atractiva.

Sobras indeseables. La actividad minera va a ser siempre productora de residuos sólidos en cantidades significativas, ya que el mineral normalmente se encuentra en concentraciones muy bajas, lo que implica necesariamente tener que tratar con grandes volúmenes de material para recuperar sólo pequeñas fracciones. Por ejemplo, un mineral de cobre típico de la zona de Copiapó tiene leyes del orden del 1%. Esto implica que por cada tonelada de cobre recuperado hay que tratar 118 toneladas de tierra y rocas, lo que significa finalmente desechar 117 toneladas de material estéril.

Surge entonces el problema de qué hacer con todo el material de desecho generado, y cómo hacerlo a costos razonables, para que la actividad siga siendo atractiva. Es claro que no se puede imponer un costo infinito al tratamiento de los residuos, porque, de ser así, la actividad minera no existiría.

La solución normal para depositar los residuos sólidos producidos en las faenas de recuperación de minerales ha sido mezclarlos con agua y llevarlos corriente abajo, a través de tuberías, y formar verdaderos lagos (relaves) en lugares donde la topografía lo permita e implique inversiones razonables en infraestructura. Lo negativo de esta solución es que se utilizan tierras que podrían ser aptas para otros usos; que las aguas de estos relaves quedan contaminadas, en especial con minerales, y que se generan problemas de seguridad, debido a la inestabilidad de los relaves.

Desde el punto de vista estrictamente económico, lo importante de considerar es si los beneficios de la actividad minera son mayores que la pérdida producto de la utilización de tierras y de agua que podrían ser aptas para otras actividades. También hay que considerar en esta evaluación el costo de las medidas de control necesarias para no producir una pérdida de beneficios a terceros.

La Compañía Minera Disputada de Las Condes ha integrado la variable ambiental en todas sus operaciones, y en el área específica del manejo de relaves ha puesto en práctica soluciones que buscan estabilizar relaves antiguos y darle mayor valor en el tiempo a las superficies cubiertas por ellos, mediante su forestación.

La Compañía Minera Disputada de Las Condes ha integrado la variable ambiental en todas sus operaciones, y en el área específica del manejo de relaves ha puesto en práctica soluciones que buscan estabilizar relaves antiguos y darle mayor valor en el tiempo a las superficies cubiertas por ellos, mediante su forestación. Un ejemplo lo constituyen los antiguos relaves de la mina El Soldado (ubicada a 70 kilómetros al noreste de Santiago), donde, en la totalidad de su área, se han plantado árboles y arbustos con singular éxito. Esta solución permite ir mejorando la calidad del terreno forestado, incorporándole capa vegetal producto del proceso natural de descomposición de hojas, ramas y otros elementos orgánicos producidos por el bosque y la fauna que con el tiempo se han ido integrando al lugar. Además, permite aprovechar la madera producida por el bosque.

Agua que no has de usar... De no ser bien tratado el manejo y la disposición de las aguas en las actividades mineras (que se usan en grandes cantidades), ellas pueden constituir una fuente de contaminación de efluentes, ya sea por el vaciado directo de estas aguas a los cauces de ríos o por su filtración a los cauces de aguas subterráneas. Además, en forma natural, las aguas lluvia, al pasar por un depósito de minerales, lo lavan, contaminándose con distintos elementos. Estas aguas se van incorpo-

rando a los cauces superficiales o subterráneos que fluyen corriente abajo, siendo finalmente utilizadas para el regadío, para el consumo humano o simplemente llegando hasta el mar.

La solución ambiental diseñada en la mina Los Bronces permite, en primer lugar, la utilización de aguas lluvia sin necesidad del bombeo de agua de ríos que pasan a cotas inferiores a la faena (disminuyendo, por lo tanto, los costos), y permite, además, incorporar a la empresa importantes plantaciones forestales con valor comercial.

En la mina Los Bronces, propiedad de la Compañía Minera Disputada de Las Condes, se ha diseñado la siguiente solución: el agua que traspasa las zonas mineralizadas, y que, por consiguiente, trae altas concentraciones de minerales, será captada en una presa construida para este efecto, y se utilizará en los procesos propios de la mina. Luego será mezclada con pulpa de mineral, y enviada a través de una tubería a la planta de flotación de Las Tórtolas, en el área de Peldehue, donde el proceso alcalino que se utiliza durante la flotación del mineral permitirá remover en forma importante los minerales contenidos en el agua. Finalmente, esta agua será utilizada para regar 730 hectáreas de bosques, 590 de eucaliptos y 140 de especies nativas, que crecerán en las áridas tierras de Peldehue que son propiedad de la Compañía. Esta solución ambiental permite, en primer lugar, la utilización de aguas lluvia sin necesidad del bombeo de agua de ríos que pasan a cotas inferiores a la faena (disminuyendo, por lo tanto, los costos), y permite, además, incorporar a la empresa importantes plantaciones forestales con valor comercial.

En el caso de la Mina El Teniente, propiedad de Codelco, ubicada a 85 kilómetros al sur de Santiago, sólo un pequeño porcentaje del mineral extraído (1 a 3%) se logra recuperar, convirtiéndose el resto en relaves. El mineral es llevado a la planta concentradora a 20 kilómetros de la mina y a 2.050 metros sobre el nivel del mar; el relave resultante es llevado al embalse Carén, ubicado a 87 kilómetros de la planta concentradora y a 150 metros

sobre el nivel del mar. Las 100 mil toneladas de relave producidas al día son enviadas al embalse mezcladas con agua de proceso, en una pulpa que está compuesta mitad de sólidos y mitad de líquidos.

El embalse ha sido diseñado para almacenar la producción de relaves durante los próximos 100 años, y consideró la descarga de un efluente de 1,5 metros cúbicos por segundo. Tanto el reciclaje de esta agua hacia la faena como su tratamiento fueron descartados, por no ser soluciones económicamente factibles. La alternativa que se ha estado analizando en una parcela experimental es la utilización directa de esta agua en la agricultura y ganadería. La conclusión obtenida después de cuatro años de experimentación es que estas aguas pueden ser utilizadas sin riesgo para una cantidad apreciable de cultivos y tipos de ganado. Así, el embalse podría permitir el uso de aproximadamente 1.000 hectáreas adicionales de suelo de secano, con el consiguiente beneficio para la comunidad.

La conclusión obtenida por El Teniente después de cuatro años de experimentación es que estas aguas pueden ser utilizadas sin riesgo para una cantidad apreciable de cultivos y tipos de ganado. Así, el embalse podría permitir el uso de aproximadamente 1.000 hectáreas adicionales de suelo de secano, con el consiguiente beneficio para la comunidad.

Otra experiencia exitosa de la Compañía Minera Disputada de Las Condes, que ha traído como resultado no sólo control ambiental sino también beneficios económicos, tiene lugar en el puerto de San Antonio. Para impedir la pérdida de cantidades importantes de concentrados (alrededor de 2%), se lo ha almacenado en bodegas selladas y con sistemas de doble puerta, y su transporte hacia los barcos se hace a través de correas transportadoras techadas y cubiertas por cortinas aislantes. Esta solución no sólo reduce la merma producida por el viento, sino que también evita que la dispersión de los concentrados afecte el entorno, en especial el embarque de productos, principalmente frutas, que se efectúa también en este puerto.

La recuperación de dióxido de azufre emitido por la chimenea de las fundiciones constituye otro ejemplo de control ambiental en la actividad minera. Es el caso de las fundiciones de Ventanas y Paipote, de propiedad de Enami, donde el problema se ha abordado a través de la construcción de plantas de ácido sulfúrico, que permiten la captación del dióxido de azufre, convirtiéndolo en un producto comerciable. La Fundición Chagres, por su parte, ha iniciado la expansión de su capacidad incorporando un horno de tecnología Flash, que permitirá captar sobre un 95% del azufre emitido en el proceso de fundición de cobre, y agregando una planta de ácido sulfúrico, precipitadores electrostáticos y filtros de manga para el control del particulado en suspensión. Todo esto ha significado una inversión del orden de los US$ 175 millones.

Estas soluciones, es verdad, se han planteado exclusivamente por la necesidad de reducir el impacto ambiental, pero también es cierto que han mejorado la eficiencia de los procesos y han generado un producto comerciable que el país actualmente importa y que la propia industria minera utiliza para recuperar cobre mediante la lixiviación.

La lixiviación y posterior extracción por solventes, y la electroobtención han permitido producir directamente cátodos de cobre sin necesidad de pasar por la etapa de fundición, lo que obviamente va en beneficio de la calidad del aire. Pero no sólo eso: ha posibilitado bajar los costos de producción en aproximadamente 20 centavos de dólar.

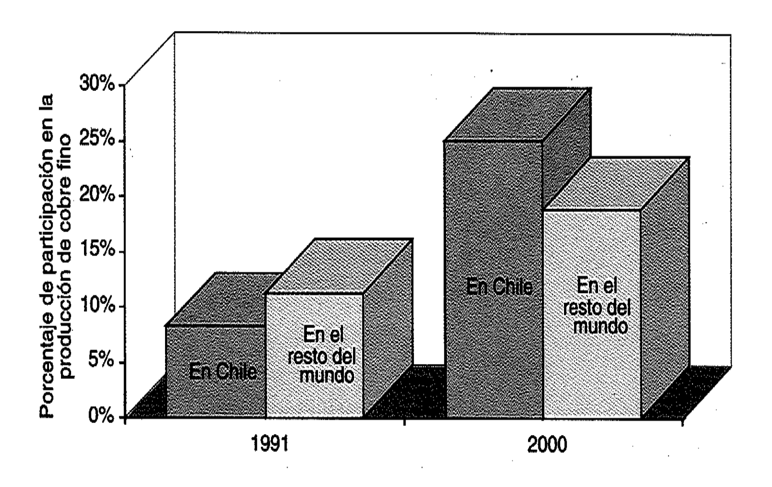
La incorporación de esta última tecnología, la lixiviación y posterior extracción por solventes, y la electroobtención –para el caso de minerales oxidados de cobre–, han permitido producir directamente cátodos de cobre sin necesidad de pasar por la etapa de fundición, lo que obviamente va en beneficio de la calidad del aire. Pero no sólo eso: ha posibilitado bajar los costos de producción en aproximadamente 20 centavos de dólar.

Las bondades de esta tecnología, tanto desde el punto de vista económico como ambiental,

hacen proyectar que tendrá una importancia creciente en la producción de cobre fino, tal como se muestra en el gráfico N° 7.

GRAFICO N° 7

Importancia Creciente del Proceso de Electroobtención en la Producción de Cobre Fino



Es importante destacar la necesidad de libertad en la selección de tecnologías y de procesos para lograr el objetivo ambiental deseado, por cuanto esto le permite al empresario buscar la mejor forma de apropiación del resultado que logra.

Si bien la actividad minera no ha tenido como motivación única la maximización de los beneficios económicos directos, el resultado obtenido demuestra que es posible conciliar los intereses económicos con los ambientales, llegando a soluciones que son finalmente rentables para la empresa en su conjunto, debido a la posibilidad de apropiación del recurso, como los bosques y el agua, y del producto obtenido, ácido sulfúrico o finos de cobre. Es importante destacar la necesidad de libertad en la selección de tecnologías y de procesos para lograr el objetivo ambiental deseado, por cuanto esto le permite al empresario buscar la mejor forma de apropiación del resultado que logra.

Si por el contrario el gobierno trata de imponer una tecnología determinada, generalmente la sociedad paga el costo de una mayor rigidez. Ello se traduce en un mayor precio de los bienes o en un peor resultado en el cuidado del medio ambiente. Por esto cada día se impone en el mundo la conveniencia de utilizar incentivos por parte del gobierno para inducir al empresario a cuidar el medio ambiente, seleccionando éste la tecnología que le resulta más beneficiosa.

Harina de pescado: algo que ya no huele tan mal

La industria pesquera del país ha tenido un gran desarrollo en los últimos años, llegando a ocupar una posición de liderazgo a nivel mundial, con exportaciones que en 1991 superaron los US$ 1.100 millones. Ello convierte a esta industria en la segunda generadora chilena de divisas, después de la minería, y en fuente de unos 120.000 empleos directos e indirectos.

Dentro de las exportaciones del sector, se destaca principalmente la harina de pescado, con un promedio de US$ 425 millones anuales para el período 1986-1990.

La base del crecimiento del sector ha sido la explotación de especies pelágicas: jurel, anchoveta, sardina española y caballa, entre otras, desembarcando en el último quinquenio un promedio anual de 5 millones de toneladas, lo que representa más del 90% de las capturas del país. Estas especies, de carácter graso y carne oscura, que por esta condición enfrentan, en general, una demanda limitada en el mercado del consumo humano, han permitido el establecimiento de un sector industrial importante, que ha centrado su actividad en el proceso de reducción para la elaboración de aceites y, especialmente, harina de pescado (un producto que, cuando es de alta calidad, presenta los más elevados índices de eficiencia alimenticia para especies más finas).

En el último tiempo es posible observar interesantes cambios en la estructura y organización del mercado de esta harina: ella ha pasado de ser un *commodity*, vale decir un producto estándar valora-

do como fuente de proteínas sin ningún tipo de especificación, a ser un producto diferenciado por su calidad, es decir, un producto *prime*. La posibilidad de exportar un producto con mayor valor agregado y mejor precio, unida a los desafíos que planteaba la problemática del desarrollo sustentable, indujo a las empresas de Corpesca, que en conjunto representan del orden del 40% de la producción nacional, a un mejoramiento tecnológico orientado a producir harinas especiales, compatibilizando la eficiencia económica con el cuidado del medio ambiente.

En los años cincuenta, las tecnologías disponibles para la elaboración de harina y aceite de pescado eran rudimentarias, lo que producía problemas ambientales derivados de la emanación de olores y emisión de sólidos en sus efluentes líquidos. El ecosistema costero de Chile, por sus características de alta productividad primaria, sustenta una de las más altas capturas del mundo, lo que ha sido la base para su desarrollo. Pero las bahías y el sistema costero que involucran han debido sufrir el impacto de las actividades industriales asociadas al procesamiento de esta pesca, produciéndose situaciones de degradación ambiental localizadas en las ciudades costeras en que se ubican estas industrias, caracterizadas por emisión de olores, descarga de efluentes con altos contenidos de materia orgánica y la consiguiente contaminación de playas y bahías adyacentes.

El ecosistema costero de Chile, por sus características de alta productividad primaria, sustenta una de las más altas capturas del mundo, lo que ha sido la base para su desarrollo. Pero las bahías y el sistema costero que involucran han debido sufrir el impacto de las actividades industriales asociadas al procesamiento de esta pesca.

Corpesca: El proceso tradicional de elaboración de harina y aceite de pescado es posible resumirlo en las siguientes etapas: descarga de materia prima, almacenamiento, cocimiento, prensado, secado, molienda y ensaque. En sus inicios, los procesos industriales no trataban los flujos de líquidos secundarios, obtenidos principalmente en las etapas de almacenamiento, cocimiento y prensado.

La incorporación de tecnologías más eficientes por parte de las empresas asociadas a Corpesca las ha capacitado para producir harinas cada vez más específicas, con exigentes estándares de calidad, protegiendo en forma adecuada el medio ambiente.

Sus mejoras en términos de eficiencia económica e impacto ambiental son las siguientes:

- *Centrifugación primaria y secundaria del licor de prensa*. Con esto se mejora la eficiencia en obtención de sólidos y aceite de pescado, bajando de 25% a 7% el contenido de sólidos en el efluente (agua de cola).

La incorporación de tecnologías más eficientes por parte de las empresas asociadas a Corpesca las ha capacitado para producir harinas cada vez más específicas, con exigentes estándares de calidad, protegiendo en forma adecuada el medio ambiente.

- *Decantación y filtración del agua de descarga*. Se obtienen sólidos de pescado bajando de 2% a 0,04% el contenido de sólidos en el efluente.

- *Evaporación del agua de cola*. Se obtiene concentrado de proteínas solubles, que se agrega a la harina, y se baja de 7% a 0% el contenido de sólidos en el efluente.

- *Disminución de gases de secado*. Los requerimientos de una menor temperatura de secado para conservar la calidad nutricional de las nuevas harinas, ha exigido el empleo de secadores indirectos, a vapor, con la consiguiente disminución del volumen de gases de secado, los que son usados como medio calefactor en la nueva generación de evaporadores de film descendente, para posteriormente ser completamente desodorizados en complejos equipos, anteriormente prohibitivos por el gran volumen de gases producidos en los antiguos secadores a fuego directo.

- *Desodorización de gases de secado*. En una primera etapa se bajó el nivel de vapor de

agua y se disminuyó el volumen y temperatura de los gases mediante su lavado con agua de mar. Después, por medio de una completa renovación en la tecnología de los equipos industriales de cocción, secado y evaporación, más la incorporación de equipos auxiliares, se eliminó totalmente la emisión de gases a la atmósfera.

• *Descargas más limpias.* La necesidad de conservar el contenido nutricional de la materia prima ha llevado recientemente a la introducción de equipo de descarga de pescado al vacío, con un mínimo uso de agua, la que es además recirculada. Ello conlleva un significativo aumento del contenido proteico de las harinas y una nula descarga de efluentes a las aguas, ya que cualquier exceso de agua, por su reducido volumen, es transportado y descargado en alta mar por los propios barcos.

Muchos de estos cambios han sido puestos en práctica en otras empresas pesqueras nacionales, y junto a ellos se han mejorado los procedimientos internos, en especial en lo relativo a aseo e higiene, con el objetivo de optimizar y controlar los procesos y de eliminar focos de desarrollo de gérmenes, los que aceleran la descomposición de la materia prima y aumentan la emisión de malos olores.

La motivación principal de los cambios desarrollados en esta industria la constituye el estímulo de los mayores precios y utilidades posibles de obtener gracias a la mejora en la calidad de sus productos. El incremento en esa calidad surge de la mayor eficiencia en el aprovechamiento de las materias primas, lo que, finalmente disminuye la generación de desechos y, consecuentemente, reduce fuertemente el impacto ambiental.

La motivación principal de los cambios desarrollados en esta industria la constituye el estímulo de los mayores precios y utilidades posibles de obtener gracias a la mejora en la calidad de sus productos. El incremento en esa calidad surge de la mayor eficiencia en el aprovechamiento de las materias primas, lo que, finalmente disminuye la generación de desechos y, consecuentemente, reduce fuertemente el impacto ambiental.

Mejor aire en la VIII Región: La industria pesquera de la VIII Región pasó de una captura de 106.000 toneladas a una de 2.200.000 toneladas en un lapso de apenas 14 años. Este violento desarrollo, inevitablemente, ha presionado sobre el entorno, obligando a las empresas que conforman la Asociación de Industriales Pesqueros de la Región del Bío Bío, a efectuar acciones concretas y a realizar importantes inversiones, desde hace más de una década:

- En 1976 se instala una planta evaporadora, que recoge y procesa el agua de cola de las plantas de harina de pescado.

- En 1980 las plantas harineras comienzan individualmente la instalación de evaporadores, para aprovechar los sólidos de pescado; este proceso culmina en 1986, con una inversión total de 10 millones de dólares.

- En 1983 se instalan equipos desodorizadores, que lavan los gases provenientes de los secadores, con un costo de 2 millones de dólares.

- En 1986 se instalan los primeros filtros estáticos, para depurar las aguas de descarga de pescado.

- En 1987-88 se alzaron las chimeneas, con el objeto de elevar los olores ofensivos surgidos en la etapa de secado, para diluirlos en las corrientes de aire de altura, disminuyendo así las molestias producidas en las poblaciones adyacentes a las fábricas. La inversión fue de 700 mil dólares.

- En 1986 se inició el proyecto de saneamiento del canal El Morro, financiado a través de un convenio entre la Municipalidad de Talcahuano y

las empresas pesqueras ubicadas en el sector de la isla Rocuant, las que aportaron 400 mil dólares. El canal muestra hoy una sustancial mejoría.

- En 1988 comienza en las fábricas de harina una modificación del sistema de secado y de evaporación, recirculando los vahos que allí se originan, lo que elimina los olores en forma significativa. Este proceso se conoce como "circuito cerrado de vapor". La inversión hecha en este cambio asciende a 50 millones de dólares.

En buena medida, los esfuerzos hechos por las plantas harineras para mejorar su entorno han estado dirigidos a mantener su superioridad en calidad, lo que les significa mejores precios de hasta US$ 40 por tonelada de harina respecto a su competencia.

- En 1989 se inicia, en conjunto con el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Concepción, un proyecto de investigación de gran envergadura, en el cual se involucró toda la industria pesquera regional. Fue denominado "Tratamiento no convencional de los efluentes de la industria pesquera", cuyo objetivo es poner en práctica tecnologías que permitan disminuir las cargas orgánicas de los efluentes. El costo de este proyecto fue de 400 mil dólares.

- En 1992 empieza la instalación de bombas de descarga por aspiración, con un costo de US$ 250.000 cada una. Estas bombas no rompen la pesca, aumentándose así la calidad, y con la ventaja adicional de utilizar un tercio del agua de transporte que la que usan las bombas de descarga tradicionales.

Históricamente, las empresas productoras de harina de pescado de la Región del Bío Bío se limitaban a vender su producción en los mercados locales, pues su volumen era bajo y el precio interno, adecuado. Pero a partir de los '80, los crecientes volúmenes de producción obligaron a buscar mercados externos. Esto se realizó exitosamente, en parte porque las condiciones de pesca en la región –una

Lo interesante del caso de la harina de pescado es que hasta antes del crecimiento de esta industria, su actividad era altamente contaminante, porque la baja escala de producción y rentabilidad del negocio no hacían posible realizar las costosas inversiones en tecnología descontaminante.

menor distancia entre las zonas de captura y las plantas procesadoras, y una menor temperatura del agua– posibilitaban el arribo a puerto con pescados en mejores condiciones, por lo que el producto final era de mayor calidad que el obtenido por los competidores de la zona norte.

En buena medida, los esfuerzos hechos por las plantas harineras para mejorar su entorno han estado dirigidos a mantener su superioridad en calidad, lo que les significa mejores precios de hasta US$ 40 por tonelada de harina respecto a su competencia. De hecho, para algunos mercados se ha logrado establecer una segmentación sobre la base de la calidad, eliminando a productores que no cumplen con los estándares de calidad requeridos.

Lo interesante de este caso es que hasta antes del crecimiento de esta industria, su actividad era altamente contaminante, porque la baja escala de producción y rentabilidad del negocio no hacían posible realizar las costosas inversiones en tecnología descontaminante que hemos reseñado. Aquí, desarrollo y mejoramiento del ambiente han ido de la mano.

Agua pura, mejores salmones

Se trata de una industria que produce un alimento para el consumo humano, los salmones, y ellos requieren de agua que permita su desarrollo, de modo que el producto final tenga condiciones de calidad aptas para los exigentes mercados internacionales.

La industria salmonera chilena es otro ejemplo interesante de destacar, en especial por su rápida expansión, que se refleja en un crecimiento de las exportaciones desde US$ 5 millones en 1986 a US$ 265 millones en 1992; esto significa un incremento a una tasa media anual del 94%. En términos de volumen físico el aumento fue desde 1.645 toneladas en 1986 a 49.871 toneladas en 1992.

La mayoría de los cultivos de salmones se ubica en las regiones X y XI del país, donde hay muchos ríos, lagos, fiordos y refugios adecuados en la costa marina, con agua de buena calidad y sin contaminación industrial. Esto último es de suma importancia, pues se trata de una industria que produce un alimento para el consumo humano, los salmones, y ellos requieren de agua que permita su desarrollo, de modo que el producto final tenga condiciones de calidad aptas para los exigentes mercados internacionales.

Desde un punto de vista estrictamente racional, entonces, esta industria debe preocuparse de que la calidad de sus aguas sea adecuada para el desarrollo de sus cultivos, por cuanto pequeñas alteraciones podrían ocasionar su pérdida o bien deterioros cualitativos que les impidan el acceso a los mercados más rentables.

No obstante lo anterior, esta industria ha recibido innumerables ataques sobre la base de argumentos ambientalistas. Pero las críticas tienen su fundamento más bien en el hecho de que las salmoneras se ubican en zonas costeras de alta presión y

demanda por parte de otros sectores productivos y de servicios, así como de particulares que buscan recreación y hacer turismo.

Desde un punto de vista estrictamente racional, entonces, esta industria debe preocuparse de que la calidad de sus aguas sea adecuada para el desarrollo de sus cultivos, por cuanto pequeñas alteraciones podrían ocasionar su pérdida o bien deterioros cualitativos que les impidan el acceso a los mercados más rentables.

Algunos de los impactos ecológicos que pueden derivarse de la acuicultura, según un artículo escrito por Adolfo Alveal y publicado en Aqua Noticias Internacional (año 5 Nº 16), son los siguientes:

- *Enriquecimiento y Eutroficación.* La introducción y liberación de nutrientes inorgánicos solubles por el cultivo de peces y crustáceos pueden causar aumento de los nutrientes en el agua. Así resulta un incremento de la producción primaria –por ejemplo, un crecimiento explosivo de microalgas– que puede revertir en contra del propio cultivo. La liberación de compuestos orgánicos disueltos y otros componentes, como las vitaminas en las dietas, también pueden alterar el crecimiento y la toxicidad de algunas especies del fitoplancton.

- *El depósito de residuos orgánicos de los cultivos de peces y bivalvos sobre los fondos también ha causado enriquecimiento de los sistemas bentónicos en las cercanías de los centros de cultivo.* Esto puede producir la formación de sedimentos sin oxígeno y, en casos extremos, la liberación de dióxido de carbono, metano y sulfuro de hidrógeno que afectan a las poblaciones aledañas y animales en cultivo. Además, podría esperarse efectos sobre las comunidades bentónicas, los que van desde la disminución de la diversidad y el aumento de especies oportunistas hasta la desaparición de otras especies en el área.

- *Consumo de oxígeno.* Los cultivos pueden disminuir la cantidad de oxígeno, especial-

mente cuando existe una baja tasa de renovación de agua, como sucede en fiordos o bahías profundas y semi-cerradas. Además, los residuos orgánicos del cultivo, al degradarse, aumentan la demanda de oxígeno, reduciendo aún más las cantidades disponibles. El efecto final es que disminuye este elemento para los especímenes nativos de la zona de cultivo, los que pueden ver reducidas sus poblaciones. También ocurren impactos sobre los propios cultivos, como la disminución de las tasas de crecimiento y alteración en su condición fisiológica.

Estudios efectuados por la Universidad Austral de Chile en el Lago Ranco han demostrado que el nivel de contaminación por aporte de nutrientes derivado de la actividad de cultivo de salmones es de escasa magnitud y está muy focalizado. En el caso del fósforo, ese impacto es de menos de 0,01 microgramos por litro. Pero estos estudios han constatado, al mismo tiempo, un aumento considerable en los niveles totales de fósforo, provocado ya no por el cultivo de peces, sino que proveniente de otras fuentes, especialmente las aguas servidas que se vierten en el lago.

• *Interacción entre cultivos y especies silvestres*. Donde hay acuicultura intensiva, existe el riesgo de escape de especímenes.

• *Transferencia e introducción de especies*. La preocupación por estos movimientos proviene del riesgo de producir enfermedades y alteraciones sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que pueden llegar a afectar su equilibrio y persistencia.

• *Compuestos bioactivos*. El control de enfermedades y pestes ha estimulado el uso de antibióticos y pesticidas en algunos cultivos. Esta práctica causa preocupación debido a la permanencia de algunas de estas sustancias en el agua y al desarrollo de resistencia en comunidades microbianas.

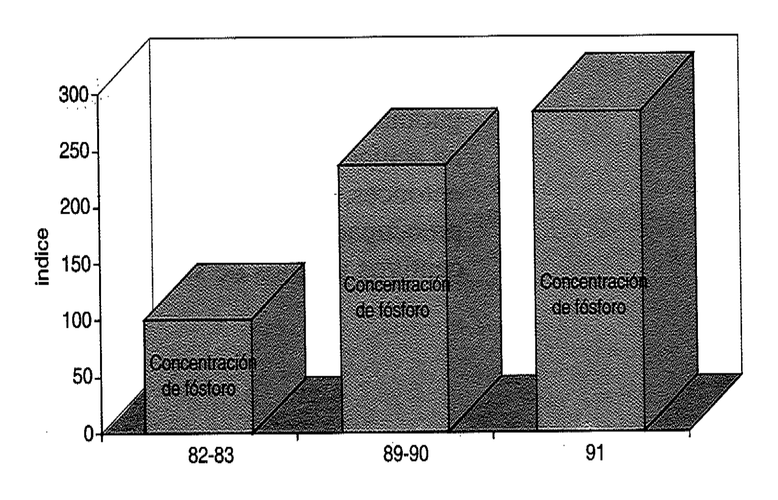
En mayor o menor medida, todos estos riesgos están presentes en la actividad productora de salmones, y la mayor parte de ellos, por actuar en contra de los propios cultivos, ha sido abordado por las empresas, y ha impulsado el desarrollo de estudios para lograr su cuantificación y para velar por soluciones adecuadas.

Así, por ejemplo, estudios efectuados por la Universidad Austral de Chile en el Lago Ranco han demostrado que el nivel de contaminación por aporte de nutrientes derivado de la actividad de cultivo de salmones es de escasa magnitud y está muy focalizado. En el caso del fósforo, ese impacto es de menos de 0,01 microgramos por litro. Pero estos estudios han constatado, al mismo tiempo, un aumento considerable en los niveles totales de fósforo, provocado ya no por el cultivo de peces, sino que proveniente de otras fuentes, especialmente las aguas servidas que se vierten en el lago. Tal como se aprecia en el gráfico N° 8, en la actualidad el Lago Ranco tiene concentraciones de fósforo sobrepasadas en un 25% respecto de los niveles considerados como máximos para ser clasificado como oligotrófico (10 microgramos por litro). Este hecho ha sido también observado en cuerpos de agua interiores y marinos en otras latitudes.

GRAFICO N° 8

Aumento en la Concentración de Fósforo en el Lago Ranco no Atribuible a la Industria Pesquera

(Indice base 100 período 82-83)



Muestras tomadas en el Lago Puyehue revelan la misma tendencia: una concentración de fósforo que sobrepasa en un 40% los niveles máximos para garantizar que no existan efectos nocivos contra su naturaleza.

Debido a la necesidad de controlar en forma adecuada el cultivo de salmones, las empresas deben preocuparse de contar con el recurso "agua de calidad adecuada" para su objetivo empresarial. Así, por el sólo hecho de que en estas aguas viven los salmones, se puede decir que ellas tienen una calidad que garantiza, al menos, la vida de esos peces.

Otros estudios han demostrado que la contaminación de origen humana, proveniente de la descarga de residuos de poblaciones ribereñas, tiene mucho mayor incidencia que la que puede atribuirse a la industria del salmón. Ello no es extraño, ya que los habitantes de los pueblos ribereños no perciben directamente el costo de contaminar las aguas, lo que no ocurre con los empresarios salmoneros.

La principal conclusión de estos ejemplos es que, debido a la necesidad de controlar en forma adecuada el cultivo de salmones, las empresas deben preocuparse de contar con el recurso "agua de calidad adecuada" para su objetivo empresarial. Así, por el sólo hecho de que en estas aguas viven los salmones, se puede decir que ellas tienen una calidad que garantiza, al menos, la vida de esos peces. Los salmones son conocidos por ser exigentes respecto de la calidad del agua donde habitan, y ésta es la razón principal por la cual las empresas se han ubicado donde hoy están. Por eso es razonable suponer que esta calidad de aguas es suficiente para garantizar la existencia de la mayor parte de la fauna acuícola propia de la zona. Qué mayor seguridad, entonces, que la que dan los propios empresarios preocupados por cuidar el recurso, debido a los incentivos propios de su actividad.

El ciclo de la basura

En Estados Unidos, el 80% de los vertederos se cerrará antes del año 2010, y en Japón la mayor parte habrá desaparecido el 2005.

El problema de la basura afecta a todo el planeta, pero en especial a los centros urbanos, donde se concentran enormes cantidades de desperdicios. Las soluciones para enfrentar este problema ambiental son complejas. El depósito de las basuras en vertederos, por ejemplo, tiene un límite, y cada vez se requiere de mayores espacios para acumular desperdicios que se producen día a día en cantidades impresionantes. La incineración, que es otra posibilidad, trae aparejada una gran contaminación del aire, tanto por partículas como por gases nocivos, y exige sofisticados dispositivos de depuración de efluentes, un proceso de alto costo que, al final, no es factible para los países menos desarrollados.

En nuestro país el problema también existe, al generarse del orden de 7.000 toneladas diarias de desperdicios.

En Estados Unidos, el 80% de los vertederos se cerrará antes del año 2010, y en Japón la mayor parte habrá desaparecido el 2005. La Comunidad Europea está a punto de promulgar una directiva que obligará a reciclar el 90% de los residuos sólidos urbanos en un período de unos 10 años.

Desde el punto de vista conceptual, resulta explicable la despreocupación, a nivel doméstico, por este problema ya que, en primer término, los lugares de depósito se encuentran, en general, alejados de la mayoría de los centros residenciales, por lo que el generador de basuras no percibe sus efectos.

En nuestro país el problema también existe, al generarse del orden de 7.000 toneladas diarias de desperdicios que se amontonan en algún lugar de nuestra geografía. La Región Metropolitana por sí sola representa del orden del 75% de esa cantidad y los vertederos existentes están saturados.

Desde el punto de vista conceptual, resulta explicable la despreocupación, a nivel doméstico, por este problema ya que, en primer término, los lugares de depósito se encuentran, en general, alejados de la mayoría de los centros residenciales, por lo que el generador de basuras no percibe sus efectos. Por otra parte, al estar el costo de recolección y

deposición de basuras oculto en la tributación global de las personas, y al ser independiente de la cantidad de desperdicios que cada individuo genera y de la forma como dispone de ellos, no existen incentivos para tratarla con mayor racionalidad. Esto quedó de manifiesto con el plan piloto que se trató de implementar en parte de la comuna de Providencia, donde se intentó racionalizar la disposición de basuras mediante su clasificación a nivel domiciliario, sin lograrse de esta experiencia resultados positivos. Esta indiferencia se vio confirmada por una encuesta efectuada en 1992, sobre una muestra de 40.000 personas, en la cual el 94% estimó necesario implementar un sistema de reciclaje de basuras, pero sólo el 11% afirmó clasificar sus propios desperdicios, sin que esto último haya podido comprobarse.

Indirectamente, el sector privado chileno ha abordado, en forma parcial, el problema, porque dentro de los desperdicios existen materiales que tienen valor y cuya extracción resulta conveniente. Es el caso del papel y el cartón, de los plásticos y del vidrio: su reciclaje resulta económicamente atractivo para las mismas industrias que los producen.

Pero, indirectamente, el sector privado chileno ha abordado, en forma parcial, el problema, porque dentro de los desperdicios existen materiales que tienen valor y cuya extracción resulta conveniente. Es el caso del papel y el cartón, de los plásticos y del vidrio: su reciclaje resulta económicamente atractivo para las mismas industrias que los producen.

Cartones y papeles

Para la industria papelera, abordar el tema de la recolección de basuras siempre fue difícil, porque está naturalmente fuera de su giro normal de negocio. Pero su propia demanda de desechos de papel y cartón desarrolló espontáneamente una estructura de recolección privada, basada en pequeños empresarios y recolectores individuales. Esta mini-industria ha puesto en práctica sistemas que van desde la recolección hasta el acopio final, acumulando cantidades interesantes para la industria procesadora.

En términos de volumen, nuestro país reaprovecha el 4,5% del total recuperado anualmente en Latinoamérica; Brasil, por su parte, recupera un 38,6% y México un 33%. Sin embargo, si se toma un indicador más adecuado como es la tasa de reciclaje per cápita, Chile se ubica a la cabeza de América Latina, con un 43% de papeles y cartones reaprovechados, siguiéndole Argentina con un 41%.

Todo esto implicó también la creación de canales de comercialización que hacen posible este flujo.

Es interesante destacar que esta actividad emplea del orden de 26.000 personas sólo en la ciudad de Santiago, representando, en la actualidad, una cifra de negocios de US$ 22 millones al año.

La capacidad nacional para reciclar papeles y cartones es de 20 mil toneladas por mes, de las cuales tres cuartas partes provienen de la Región Metropolitana, y existen 8 empresas recuperadoras relevantes. En términos de volumen, nuestro país reaprovecha el 4,5% del total recuperado anualmente en Latinoamérica; Brasil, por su parte, recupera un 38,6% y México un 33%. Sin embargo, si se toma un indicador más adecuado como es la tasa de reciclaje per cápita, Chile se ubica a la cabeza de América Latina, con un 43% de papeles y cartones reaprovechados, siguiéndole Argentina con un 41%.

La evolución en la recolección de cartones y papeles muestra un crecimiento promedio anual del 14% para el período 1980-1992 (gráfico N° 9).

GRAFICO N° 9

Mejora en la Utilización del Papel

Evolución en la Recolección de Papeles y Cartones

Recuperar las 213 mil toneladas que en la actualidad se reprocesan significa:

- Ahorro de 5.300 hectáreas de bosques,
- Ahorro de 21.200 viajes de camión,
- 610.000 m^3 de material compactado,
- 2.130.000 m^3 de volumen a granel (un tamaño superior al cerro Santa Lucía).

Estos factores, sumados a las mejoras en las tecnologías de recuperación y a la evolución favorable del mercado del papel usado como materia prima –cuyo precio es un 23% inferior al de la celulosa– explican el aumento sostenido en la demanda de recortes (material recolectado).

Plásticos

La recuperación de los desechos de plástico es efectuada, al igual que en los papeles y cartones, por los llamados "cartoneros", quienes reciben unos $ 55 por kilo entregado. Gracias a este negocio, en la actualidad se logra recuperar entre un 15% y un 20% del plástico desechable.

En Chile existen entre 400 y 500 empresas dedicadas a la producción de plásticos (cuya materia prima son resinas, en un 100% importadas), aunque ellas sólo transforman el material, es decir, le dan forma para sus distintos usos. A nivel mundial, el 70% del plástico se utiliza en bienes durables, como televisores o ductos, y un 30%, aproximadamente, corresponde a envases desechables que se deben reciclar. En Chile la proporción es del 26,8%, mientras que en Estados Unidos es del 31,3%.

La recuperación de los desechos de plástico es efectuada, al igual que en los papeles y cartones, por los llamados "cartoneros", quienes reciben unos $ 55 por kilo entregado. Gracias a este negocio, en la actualidad se logra recuperar entre un 15% y un 20% del plástico desechable. Este material es comprado principalmente por los dos poderes compradores de la Región Metropolitana: Indusac y Fosko.

La utilización de los desechos de plástico como materia prima le ha significado a los productores un ahorro del orden de 20% respecto del uso de materia prima virgen.

La utilización de los desechos de plástico como materia prima le ha significado a los productores un ahorro del orden de 20% respecto del uso de materia prima virgen. Los principales destinos del plástico reciclado son la fabricación de cañerías negras, bolsas de basura, cables eléctricos, ganchos, cajas para bebidas, escobas y juguetes.

Hoy, todos los "transformadores" reciclan su propio material, y lo mismo ocurre con el 100% de los desechos industriales, que alcanzarían, según estimaciones, a un volumen de entre 15 y 30 mil toneladas por año.

Vidrio

Antes de analizar el caso del vidrio hay que distinguir entre envases retornables y envases reciclables. Los primeros son aquellos que se vuelven a utilizar sin necesidad de fabricarlos nuevamente; los segundos son los que, al ser recuperados, se utilizan como materia prima para la fabricación de otros productos.

La tasa de retornabilidad de las botellas es muy alta en nuestro país, pues cada una se usa entre 20 y 25 veces, y la recuperación del vidrio fluctúa entre el 30% y el 35%.

La tasa de retornabilidad de las botellas es muy alta en nuestro país, pues cada una se usa entre 20 y 25 veces, y la recuperación del vidrio fluctúa entre el 30% y el 35%.

El vidrio reciclado, que es utilizado como materia prima para la re-fabricación de vidrio, proviene principalmente de tres fuentes:

- Un 40% corresponde a pérdidas internas de la fábrica de vidrio, como es el caso de envases con fallas.

• Un 27% se compra a otras empresas que utilizan envases.

El vidrio es 100% reciclable, y reutilizarlo es un negocio muy rentable.

• El 33% restante proviene de recolectores o “cartoneros”.

Como material, el vidrio es 100% reciclable, y reutilizarlo es un negocio muy rentable, a causa de tres factores:

• Un kilo recuperado equivale a 1,2 kilos de materia prima virgen (que es cara, por su componente de ceniza de soda, que se importa desde Estados Unidos).

• Por cada 10% de vidrio recuperado que se agrega a la carga, se ahorra un 2,5% de combustible, gracias al menor punto de fusión de la mezcla.

• La vida útil de los hornos aumenta en un 20%.

Está claro que hay suficientes incentivos para que el sector privado se preocupe del tema y haga todos los esfuerzos posibles para aumentar las tasas de reciclaje de este material.

Residuos industriales

Existen muchos casos en que una empresa en particular genera desechos que, a su vez, son materias primas para otro tipo de actividades. En esta situación se encuentran las empresas forestales y los aserraderos, generadores de miles de toneladas de aserrín, cortezas, despuntes y otros desechos de madera, los que se acumulan en cantidades apreciables, siendo su disposición un problema nada trivial.

Una iniciativa interesante es la que inició la empresa eléctrica Chilgener. Ella consiste en el aprovechamiento de los desechos de madera producidos por Celco y Copihue, en Constitución, para generar electricidad en una central térmica de 8 Mw de potencia.

Por otra parte, estos desechos de madera constituyen un combustible alternativo para varias otras actividades y/o procesos, tanto industriales como domésticos. Sin embargo, estos desechos, en general, no son utilizados, debido a los volúmenes que las industrias generan y a la dificultad de abastecer en particular a muchos posibles consumidores dispersos.

Una iniciativa interesante es la que inició la empresa eléctrica Chilgener. Ella consiste en el aprovechamiento de los desechos de madera producidos por Celco y Copihue, en Constitución, para generar electricidad en una central térmica de 8 Mw de potencia. Esta central, que significó una inversión de unos US$ 10 millones, consume 130.000 toneladas de desechos y produce, además de la electricidad, 15 ton/h de vapor saturado, que la empresa forestal usará para secar la madera.

Este proyecto, que permite utilizar los desechos provenientes de la actividad maderera, soluciona problemas a la empresa forestal y permite la conversión de los desechos en productos fácilmente utilizables: electricidad y vapor. Estas ventajas llevaron a Celco, Copihue y Chilgener a acordar la construcción de la central, estableciendo los contratos de suministro respectivos, lo que hace nacer una oportunidad que genera beneficios para los tres. Así, los incentivos propios de un buen negocio permiten la asociación de las partes y logran, además, el objetivo de un manejo más racional de los recursos naturales.

Los incentivos propios de un buen negocio permiten la asociación de las partes y logran, además, el objetivo de un manejo más racional de los recursos naturales.

Podemos concluir, sobre la base de los ejemplos citados en torno a las basuras y a los desechos, que el interés económico producido por precios y costos que muestran un beneficio de reaprovechar un recurso es suficiente para producir las conductas que cuiden adecuadamente del medio ambiente.

Los mercados externos mandan

La propia apertura internacional del mercado traspasa, de un país a otro, sus normativas, constituyendo éstas un antecedente conocido en la definición del negocio.

Existen muchos casos en los cuales las empresas se autoimponen normas ambientales estrictas debido a que producen bienes exportables que podrían verse afectados por las presiones de la competencia internacional, que debe, en sus países de origen, cumplir con normas ambientales exigentes, y que, en consecuencia, esgrime la existencia del llamado "dumping ecológico".

En este caso, la propia apertura internacional del mercado traspasa, de un país a otro, sus normativas, constituyendo éstas un antecedente conocido en la definición del negocio. Obviamente, el mayor costo que impone el cumplir con estas restricciones tiene que ser compensado con la posibilidad de estar presentes en el mercado internacional, percibiendo las ventajas de precio o volumen que esto significa.

Así, desde el punto de vista privado, en muchas actividades no existe una pérdida real, dado que el mayor costo que puede significar el acatar esta normativa tiene que ser compensado con los mayores beneficios del negocio, pues siempre existe la posibilidad de reorientarlo hacia el mercado interno, sin tener que seguir normas especiales.

Desde el punto de vista nacional, existe un beneficio ambiental claro, producto de la operación más "limpia" de la empresa. En algunos casos, parte de este beneficio es apropiable por la propia compañía, siempre que cuente con los derechos de propiedad sobre los recursos afectados, siendo el caso típico el de los insumos reciclables en el proceso productivo.

En esta situación se encuentra la Empresa Forestal e Industrial Santa Fe S.A., que opera una fábrica de celulosa blanqueada exportable procesadora de eucaliptus globulus, en parte aprovechando las instalaciones de un proyecto fallido (Papeles Sudamérica) en la comuna de Nacimiento, Octava Región. Las instalaciones tienen una capacidad de 231 mil toneladas anuales y operan desde marzo de 1990.

Desde el punto de vista privado, en muchas actividades no existe una pérdida real, dado que el mayor costo que puede significar el acatar esta normativa tiene que ser compensado con los mayores beneficios del negocio, pues siempre existe la posibilidad de reorientarlo hacia el mercado interno, sin tener que seguir normas especiales.

Desde sus comienzos, la empresa definió una política y una estrategia de acción ambiental, cumpliendo no sólo las normativas legales existentes en el país, sino que utilizando las normas EPA (Enviromental Protection Agency, Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos) o de países escandinavos cuando no existía norma chilena. Esto implicó también incorporar nuevas tecnologías económicamente factibles que significaran disminuir el impacto sobre el medio ambiente.

Con una inversión cercana a los US$ 28 millones, la fábrica ha incorporado las siguientes tecnologías:

- Preblanqueo con oxígeno, lo que permite disminuir el consumo de cloro-gas en un 50% respecto de los procesos convencionales. Tanto Arauco I como Celulosa del Pacífico S.A. han introducido peróxido de hidrógeno como agente oxidante y blanqueador, ya que muchos países consumidores de celulosa blanqueada, como Japón, Estados Unidos y los miembros de la Comunidad Económica Europea, están exigiendo un menor uso de cloro. El problema de polución con cloro no se reduce sólo a su contenido en los efluentes de las plantas de celulosa, sino que también se presenta cuando el papel se descompone. Es importante destacar que en

combinación con sustancias orgánicas, el cloro forma una gran diversidad de compuestos organoclorados, algunos de ellos cancerígenos.

- Reemplazo de cloro por dióxido de cloro, lo que permite reducir la formación de compuestos organoclorados.

- Extracción oxidativa, que reduce la cloración de efluentes.

- Control de derrames, lo que disminuye la carga contaminante del efluente que llega a tratamiento.

- Reutilización de agua de proceso.

- Tratamiento primario de efluentes líquidos.

- Tratamiento de emisiones aéreas, recuperando el 90% del material particulado y capturando e incinerando los gases malolientes.

- Disposición segura de residuos sólidos que presentan riesgo ambiental.

Desde el punto de vista nacional, existe un beneficio ambiental claro, producto de la operación más "limpia" de la empresa. En algunos casos, parte de este beneficio es apropiable por la propia compañía, siempre que cuente con los derechos de propiedad sobre los recursos afectados, siendo el caso típico el de los insumos reciclables en el proceso productivo.

Para el logro de sus objetivos ambientales, esta empresa ha incorporado a la estructura administrativa la Gerencia Corporativa del Medio Ambiente, la que coordina las actividades productivas.

Previo a su puesta en marcha, la industria realizó un estudio base del río Bío Bío, receptor de los efluentes, el que se está contrastando con un programa de monitoreo periódico de las aguas, con el fin de cautelar su condición. Asimismo, se inició el desarrollo de un modelo de impacto atmosférico para controlar posibles problemas por emisiones.

El ejemplo señalado se repite en otros procesos productivos orientados hacia el mercado internacional, especialmente a los países desarrollados. Lo anterior permite comprobar la estrecha relación que existe entre apertura de la economía y medio ambiente. Una política económica que promueve la libertad de comercio significará un mayor cuidado del medio ambiente por parte de los productores y exportadores, ya que así lo exigirá el mercado internacional.

El mercado cuidando bosques y campos

El bosque nativo ha ocupado múltiples titulares en los últimos años, en gran parte por temores respecto a su destrucción, alentados por grupos ecologistas que se inspiran en la situación de los bosques tropicales. Tanto las actividades de plantación de pinos, eucaliptus y otras especies exóticas, como la explotación del bosque nativo propiamente tal para la producción de madera o astillas, han sido acusadas de llevar a la desaparición y destrucción de los bosques nativos en el país.

Al mirar sectores ligados a la explotación de recursos naturales, como la actividad forestal y la agrícola, destacan inmediatamente dos problemas: la explotación del bosque nativo y la erosión de las tierras agrícolas. Ambos aspectos serán tratados en casos específicos más adelante, pero es conveniente aportar algunos antecedentes previos para tener claridad sobre la importancia y la sinergia existente entre las soluciones planteadas para estos casos.

El bosque nativo ha ocupado múltiples titulares en los últimos años, en gran parte por temores respecto a su destrucción alentados por grupos ecologistas que se inspiran en la situación de los bosques tropicales. Tanto las actividades de plantación de pinos, eucaliptus y otras especies exóticas, como la explotación del bosque nativo propiamente tal para la producción de madera o astillas, han sido acusadas de llevar a la desaparición y destrucción de los bosques nativos en el país.

Los casos específicos que se presentan intentan demostrar la falta de validez de la mayoría de estas críticas. En el caso de plantaciones de especies exóticas, los datos aportados indican que éstas no han desplazado a especies nativas, sino en su gran mayoría se han plantado en terrenos sin cubierta forestal, contribuyendo de hecho a solucionar el otro gran problema mencionado: la erosión.

En el caso de la explotación de los recursos forestales autóctonos, los antecedentes recopilados llevan a concluir que el aprovechamiento racional de estos recursos no sólo no pone en peli-

gro la supervivencia de estos bosques, sino que conduce a la existencia de una masa boscosa más sana, con mayores tasas de crecimiento, y con una valorización mucho mayor por parte de sus propietarios, lo que en último término es lo que asegura su supervivencia en el largo plazo.

En el caso de la explotación de los recursos forestales autóctonos, los antecedentes recopilados llevan a concluir que el aprovechamiento racional de estos recursos no sólo no pone en peligro la supervivencia de estos bosques, sino que conduce a la existencia de una masa boscosa más sana, con mayores tasas de crecimiento, y con una valorización mucho mayor por parte de sus propietarios.

A este respecto, es interesante observar la evolución que han tenido las Reservas Forestales establecidas por la Ley de Bosques de 1931. La intención de los legisladores al implantar las reservas forestales fue establecer una masa maderera reguladora del mercado, previniendo una posible escasez de bosques maderables a futuro. Dentro de esta categoría están englobadas 3,7 millones de hectáreas de tierras forestales, las que en la práctica no han sido explotadas y se mantienen excluidas de la actividad productiva. Esto contrasta con los sistemas usados en la mayoría de los países desarrollados, como el caso de Estados Unidos, donde se licitan rodales (espacios delimitados) de los bosques nacionales a empresas privadas; lo propio hace Canadá con los bosques de la Corona. Francia también utiliza un esquema similar, mientras que en Alemania es el Servicio Forestal el que explota y vende la producción como rollizos a orillas del bosque.

Debe recordarse que la función de preservación del bosque corresponde a la categoría de los Parques Nacionales, los que incluyen más de 6 millones de hectáreas de formaciones forestales. Por lo tanto, estos 3,7 millones de hectáreas adicionales de reservas forestales han sido un patrimonio inmovilizado. Más aún, la no intervención del bosque contribuye sólo a una destrucción gradual por agentes naturales y antropogénicos.

En cuanto a la erosión, debe tenerse presente la sinergia que existe entre la solución al pro-

blema forestal y la conservación del suelo. En efecto, la actividad forestadora del sector privado ha sido "la" gran solución a la degradación de los suelos en las regiones VII a IX, que eran precisamente las más afectadas por procesos erosivos.

La razón principal que tienen los actores privados para conservar sus recursos se puede expresar en términos muy simples: si la actividad es la explotación de recursos naturales, asegurar su reproducción y aumentar su calidad es un buen negocio.

La razón principal que tienen los actores privados para conservar sus recursos se puede expresar en términos muy simples: si la actividad es la explotación de recursos naturales, asegurar su reproducción y aumentar su calidad es un buen negocio.

Esa conducta es la que hay que utilizar y promover para contar con un medio ambiente amigable y valorizado por la sociedad.

Bosques con más vida

En 1992, el sector forestal contribuyó en más de un 3% al Producto Geográfico Bruto. Ese mismo año, las exportaciones forestales alcanzaron a 1.125 millones de dólares, provenientes de 670 exportadores y 386 distintos productos forestales, enviados a 76 países. Por otra parte, la inversión industrial en el sector supera los US$ 3.000 millones durante el período 1987-1993. Esto ha permitido duplicar la capacidad instalada de producción de celulosa con relación a 1988, y se proyecta triplicarla con la materialización de los nuevos proyectos previstos hasta el año 2.000.

De acuerdo a estudios recientes, los bosques nativos cubren aproximadamente 9,6 millones de hectáreas, de los cuales se extraen anualmente 8,5 millones de metros cúbicos; de éstos, 3,3 millones se destinan a usos industriales, y el resto, 5,2 millones de metros cúbicos, se destinan a combustible,

De acuerdo a estudios recientes, los bosques nativos cubren aproximadamente 9,6 millones de hectáreas, de los cuales se extraen anualmente 8,5 millones de metros cúbicos; de éstos, 3,3 millones se destinan a usos industriales, y el resto, 5,2 millones de metros cúbicos, se destinan a combustible, tanto en industrias medianas y pequeñas, como en domicilios.

tanto en industrias medianas y pequeñas, como en domicilios.

Por su parte, las plantaciones forestales (o bosques artificiales) cubrían, a la misma fecha 1,5 millones de hectáreas, aportando 17 millones de metros cúbicos de madera para uso industrial y 2,8 millones de metros para combustible.

GRAFICO Nº 10 A

Gran Superficie de Bosques Nativos en Relación con Superficie de Bosques Artificiales

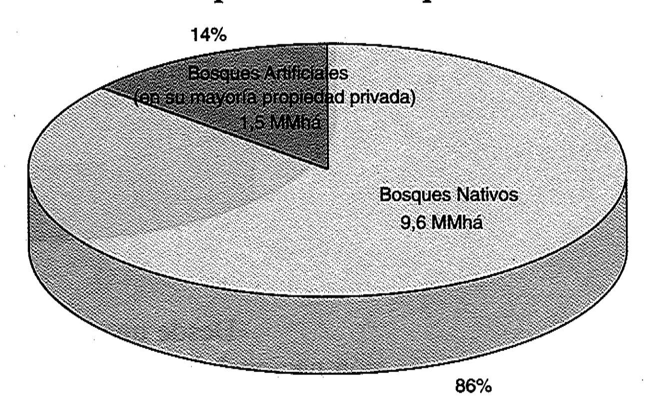
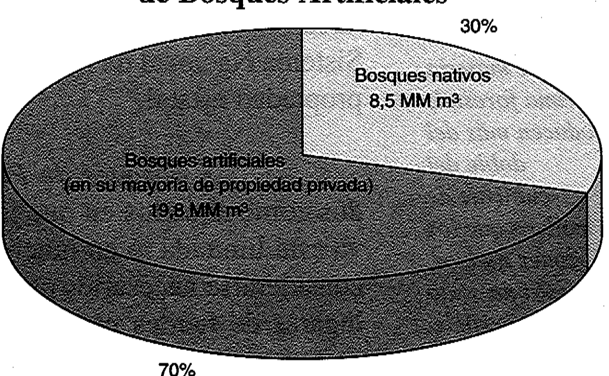


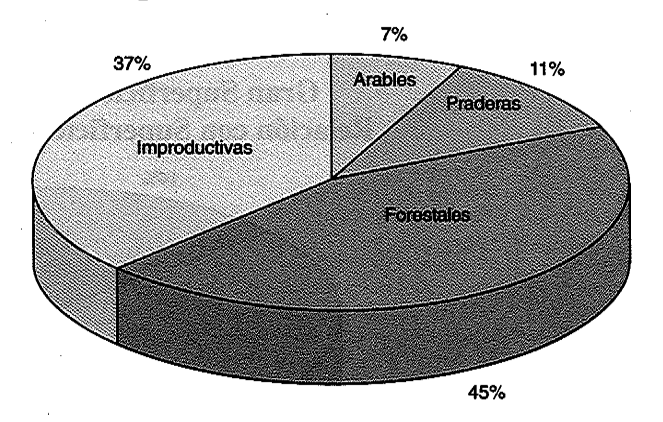
GRAFICO Nº 10 B

Sin embargo Menor Producción de Bosques Nativos en Relación a la Producción de Bosques Artificiales



Para efectos de la discusión posterior es conveniente también dimensionar la actividad forestal en términos de capacidad de uso de la tierra, la cual se presenta en el gráfico N° 11, considerando una superficie total para el país de 75 millones de hectáreas.

GRAFICO N° 11



Desde una perspectiva de uso, la extensión nacional de bosques naturales se distribuye como sigue:

En primer lugar, las plantaciones artificiales (de propiedad privada en su mayor parte) son la principal fuente de materia prima forestal; producen más del doble del cubicaje de madera que los bosques nativos, con sólo un sexto de su superficie.

• *Bosques de Preservación*: Son aquellos que por diversas razones la sociedad decide preservar intactos, es decir, no pueden ser explotados productivamente. En esta categoría se encuentran 770.000 hectáreas de bosques y 12 millones de hectáreas de tierra de aptitud forestal, incluidas en el Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas, de propiedad estatal.

• *Bosques de Protección:* Están definidos como aquellos en que la intervención productiva está limitada, o en muchos casos, prohibida, por considerarse necesarios para protección del suelo en lugares de fuertes pendientes, o para la protección

de cursos de agua. Estas áreas de protección pertenecen, en su gran mayoría, al sector privado.

• *Bosques de Producción:* Son aquellos no incluidos en las categorías anteriores, y que pueden, por tanto, ser intervenidos con fines productivos. Se estima su superficie en 3,6 millones de hectáreas, de las cuales 650 mil pertenecen al patrimonio público administrado por CONAF, y el resto es de propiedad privada.

De las cifras anteriores se desprenden directamente algunas conclusiones interesantes desde el punto de vista ambiental.

En primer lugar, las plantaciones artificiales (de propiedad privada en su mayor parte) son la principal fuente de materia prima forestal; producen más del doble del cubicaje de madera que los bosques nativos, con sólo un sexto de su superficie.

Más del 60% de la madera extraída de los bosques naturales es destinada a combustible, básicamente calefacción y cocinas domésticas, y al uso por parte de industrias artesanales. Comparativamente, sólo un 16% de la madera extraída de bosques artificiales se dedica a estos usos.

Más del 60% de la madera extraída de los bosques naturales es destinada a combustible, básicamente calefacción y cocinas domésticas, y al uso por parte de industrias artesanales. Comparativamente, sólo un 16% de la madera extraída de bosques artificiales se dedica a estos usos. Esto indica que la principal responsabilidad de la deforestación de bosques naturales no es de las empresas forestales establecidas.

Las tierras de aptitud forestal duplican en superficie a los bosques establecidos, por lo que la extensión de los bosques artificiales a futuro no implica necesariamente una presión sobre el bosque nativo. Lo anterior se ejemplifica con un estudio realizado por Forestal Mininco, que señala que en 1986, de un total de 960.000 hectáreas forestadas en la VIII

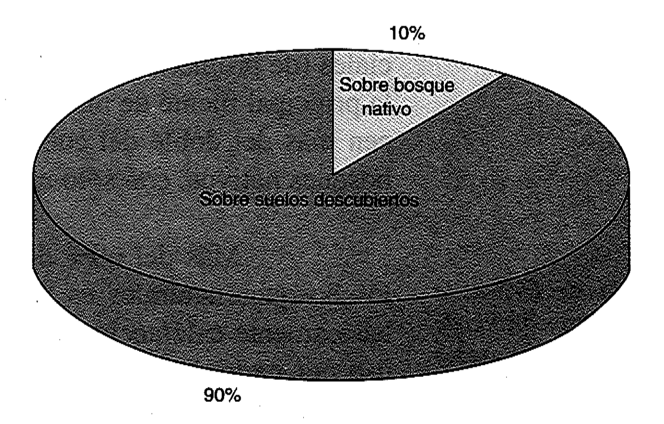
Lejos de producirse un reemplazo de bosque nativo por especies exóticas, en realidad las plantaciones se han hecho, en su mayoría, sobre terrenos desnudos, constituyéndose de hecho en un poderoso instrumento de control de la erosión.

región, el 43% se plantó sobre zonas de alta erosión; el 48% sobre zonas de erosión alta a media; el 6,3% sobre zonas con poca erosión, y sólo el 2,6% sobre zonas sin erosión. Es decir, lejos de producirse un reemplazo de bosque nativo por especies exóticas, en realidad las plantaciones se han hecho, en su mayoría, sobre terrenos desnudos, constituyéndose de hecho en un poderoso instrumento de control de la erosión.

GRAFICO N° 12

Presión Real de las Plantaciones sobre el Bosque Nativo

El Mayor Número de Plantaciones de Pino se Hace sobre Suelos Descubiertos



Al respecto, la Sociedad de Conservación de Suelos de Chile, que en repetidas ocasiones ha manifestado aprensiones frente al deterioro del medio ambiente, expresó lo siguiente en una comunicación pública:

"La experiencia ha demostrado que las plantaciones de pino insigne no han transformado en estériles los terrenos, muy por el contrario, gracias a la extraordinaria adaptabilidad de esta especie se ha dado utilización a cientos de miles de hec-

"La experiencia ha demostrado que las plantaciones de pino insigne no han transformado en estériles los terrenos, muy por el contrario, gracias a la extraordinaria adaptabilidad de esta especie se ha dado utilización a cientos de miles de hectáreas de terreno, que ya habían sido deterioradas por el monocultivo de trigo y la eliminación de la cubierta nativa".

Las plantaciones forestales son llevadas a cabo en el país por empresas forestales y propietarios de predios agrícolas privados. Sus motivaciones básicas para realizar esta actividad son netamente comerciales, pues las plantaciones forestales son un buen negocio. También es rentable comprar terrenos erosionados y transformarlos en bosques productivos.

táreas de terreno, que ya habían sido deterioradas por el monocultivo de trigo y la eliminación de la cubierta nativa. Hoy en día, grandes extensiones de terrenos desnudados, que fueron utilizados en la agricultura y hoy sin posibilidades agrícolas, han estabilizado sus procesos erosivos gracias a la extraordinaria respuesta del pino insigne a condiciones de suelo muy adversas... Se debe entender que el pino insigne se ha transformado en una herramienta que ha permitido estabilizar procesos erosivos de vastos sectores y paralelamente generar riquezas".

A estas alturas, conviene recordar que, en la práctica, las plantaciones forestales son llevadas a cabo en el país por empresas forestales y propietarios de predios agrícolas privados. Sus motivaciones básicas para realizar esta actividad son netamente comerciales, pues las plantaciones forestales son un buen negocio. También es rentable comprar terrenos erosionados y transformarlos en bosques productivos. Los efectos derivados de este control de erosión, tales como el incremento y mejoramiento de los cursos de agua y la disminución de los embancamientos no son internalizados por los propietarios forestales, aunque constituyen un beneficio neto para la sociedad.

La madera, en términos amplios, es un material casi infinitamente reciclable, y por añadidura, renovable. La madera natural requiere de cantidades pequeñas de energía en su producción y procesamiento, además de ser, en términos constructivos, un eficiente aislante térmico, lo que incide, en consecuencia, en ahorros energéticos.

Al contrario de lo que sucede con los materiales de construcción de origen mineral, o inorgá-

Al contrario de lo que sucede con los materiales de construcción de origen mineral, o inorgánico en general, la explotación de la madera no deja grandes hoyos en el suelo, no requiere grandes cantidades de energía, no produce residuos tóxicos, y los terrenos en los que se han explotado bosques pueden ser replantados y restituidos a su condición original.

Mientras un árbol está en proceso de crecimiento, su ritmo de acumulación de carbohidratos mediante la fotosíntesis es mayor que el ritmo con que los metaboliza a través de la respiración. De esta manera, un árbol en pleno crecimiento actúa como un eficiente administrador de gases: absorbe dióxido de carbono, y después libera oxígeno a la atmósfera terrestre, dejando el carbono capturado en la madera.

nico en general, la explotación de la madera no deja grandes hoyos en el suelo, no requiere grandes cantidades de energía, no produce residuos tóxicos, y los terrenos en los que se han explotado bosques pueden ser replantados y restituidos a su condición original.

En esta explotación y replantación reside quizás el gran impacto ecológico de la madera. Si bien su uso como material de construcción es ecológicamente atractivo, el hecho de explotar árboles y plantar nuevos bosques podría ser el aspecto más importante del proceso.

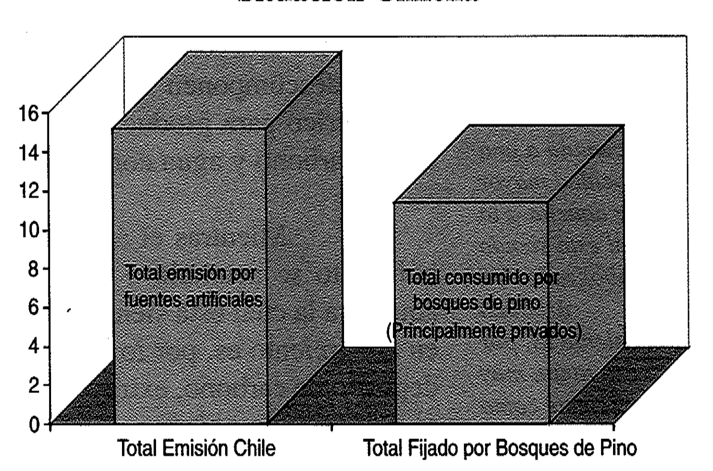
Mientras un árbol está en proceso de crecimiento, su ritmo de acumulación de carbohidratos mediante la fotosíntesis es mayor que el ritmo con que los metaboliza a través de la respiración. De esta manera, un árbol en pleno crecimiento actúa como un eficiente administrador de gases: absorbe dióxido de carbono, y después libera oxígeno a la atmósfera terrestre, dejando el carbono capturado en la madera.

Cuando el árbol se acerca a su madurez, y disminuye su ritmo de crecimiento, su consumo de dióxido de carbono se iguala a su producción de este compuesto. Esto, que ocurre a nivel de un árbol individual, es extrapolable a todo un bosque. Un bosque nuevo captura dióxido de carbono (CO_2), mientras que un bosque maduro mantendrá un equilibrio, y el CO_2 capturado por los árboles jóvenes estará contrarrestado por el que liberan los troncos en descomposición, mientras los árboles maduros mantienen equilibrios individuales.

Por lo tanto, ecológicamente tiene sentido el talar árboles maduros y permitir que sus reemplazantes crezcan, sea por regeneración natural o por plantación.

GRAFICO N° 13

Consumo de Carbono Atmosférico Producto de Bosques en Crecimiento en Comparación al Carbono Emitido por Fuentes Artificiales. Situación Chilena



Cuando el árbol se acerca a su madurez, y disminuye su ritmo de crecimiento, su consumo de dióxido de carbono se iguala a su producción de este compuesto.

Por lo tanto, ecológicamente tiene sentido el talar árboles maduros y permitir que sus reemplazantes crezcan, sea por regeneración natural o por plantación.

Las plantas crecen por la fotosíntesis, proceso mediante el cual el dióxido de carbono de la atmósfera y el agua de la tierra se combinan, en presencia de energía solar, y forman carbohidratos, los que son utilizados por la planta para sus necesidades nutricionales y estructurales. Un importante subproducto de este proceso es el oxígeno que es liberado a la atmósfera, lo que en términos familiares para los químicos se expresa como:

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{Energía Solar} = C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

En este proceso, un metro cúbico de crecimiento de la biomasa forestal absorbe entre 0,25 y 0,45 toneladas equivalentes de carbono, dependiendo del tipo de plantación. Considerando un crecimiento de 35 metros cúbicos por hectárea-año, que es un valor típico para un bosque en el país, im-

plica absorber entre 9 y 16 toneladas equivalentes de carbono por hectárea al año.

Simultáneamente, la planta cumple sus necesidades metabólicas a través del proceso químico de la respiración, que equivale a la fotosíntesis en reversa. De esta forma, los carbohidratos almacenados se descomponen bajo la presencia de oxígeno atmosférico para producir energía, liberando dióxido de carbono y agua como subproductos.

Mientras el árbol está creciendo el carbohidrato se acumula a una velocidad mayor que aquella a la cual está siendo metabolizado. Un árbol en crecimiento es, por lo tanto, muy eficiente como depósito de carbono, extrayendo CO_2 de la atmósfera y generando oxígeno.

Mientras el árbol está creciendo el carbohidrato se acumula a una velocidad mayor que aquella a la cual está siendo metabolizado. Un árbol en crecimiento es, por lo tanto, muy eficiente como depósito de carbono, extrayendo CO_2 de la atmósfera y generando oxígeno.

A la luz de lo anterior resulta interesante comentar las posiciones de los grupos ecologistas. Así, se acusa reiterativamente a las industrias forestales de destruir el bosque nativo, ya sea para reemplazarlo por especies exóticas o para extraer madera y astillas. Pero, tal como lo indicáramos, la plantación de bosques ocurre preferentemente en suelos desnudos; por otra parte, la explotación de bosques nativos es, en general, realizada por los empresarios privados en forma racional, de manera que permita la renovación del bosque, asegurando así la continuidad del negocio.

Es innegable que se han producido situaciones de explotación a tala rasa, especialmente en terrenos de pequeños propietarios, los que, por desconocimiento o sencillamente por sufrir condiciones de pobreza, están dispuestos a vender sus bosques a cambio de una suma al contado. Estas situaciones no desvirtúan el argumento original: que

La peor solución sería prohibir la explotación del bosque nativo, no sólo por los argumentos antes presentados, sino sobre todo porque se desvalorizarían completamente los bosques privados, valorizando, por el contrario, la ausencia del recurso. Se introduciría, así, un incentivo perverso a la destrucción –incluida la "accidental"– del bosque con el objetivo de usar la tierra para otros fines.

la explotación del bosque es conveniente, tanto desde el punto de vista ambiental como económico. La peor solución sería prohibir la explotación del bosque nativo, no sólo por los argumentos antes presentados, sino sobre todo porque se desvalorizarían completamente los bosques privados, valorizando, por el contrario, la ausencia del recurso. Se introduciría, así, un incentivo perverso a la destrucción –incluida la "accidental"– del bosque con el objetivo de usar la tierra para otros fines.

Este fenómeno de hecho ha ocurrido en las oportunidades en que se ha prohibido la corta de ciertas especies, tales como el alerce y la araucaria. Un alerce muerto ha pasado a tener mayor valor que uno vivo, ya que el primero puede ser convertido legalmente en productos comercializables, mientras que al segundo no se le puede dar ningún uso. Una legislación que intenta de esta forma proteger al bosque, en realidad lo condena a su desaparición.

Por último, el argumento ecologista de la imposibilidad de explotar el bosque nativo dada la lenta tasa de crecimiento de éste no tiene ninguna sustentación. Un bosque explotado racionalmente tiene una tasa de crecimiento superior a un bosque nativo inviolado, dadas las ventajas propias de un adecuado manejo .

Un aspecto importante de recordar es que el mercado finalmente incorpora el elemento escasez vía precios, por lo que a medida que se torne más escaso el recurso bosque nativo, más cara serán sus maderas, con lo que existirán mayores incentivos para tener esquemas productivos sustentables, y probablemente aparecerán muchos privados con interés en ampliar su superficie.

Cuando el fuego acecha

El impacto ambiental de un incendio forestal es innegable. A la pérdida de patrimonio maderero debe agregarse:

- la destrucción de fauna y flora silvestre
- la contaminación por humo
- emisiones masivas de CO_2

y, en conflagraciones de gran magnitud, cambios climáticos, al menos en el corto plazo. A esto deben agregarse las pérdidas de vidas humanas y de propiedades no forestales.

Los incendios forestales de magnitud no son factibles de apagar. En el mejor de los casos se puede controlar su propagación, pero son en verdad los fenómenos meteorológicos, como la lluvia y la ausencia de vientos, los que logran su extinción natural. Por lo tanto, la probabilidad de éxito en el combate de incendios forestales depende casi exclusivamente de la rapidez con que se detecte el foco original del fuego.

Los incendios forestales de magnitud no son factibles de apagar. En el mejor de los casos se puede controlar su propagación, pero son en verdad los fenómenos meteorológicos, como la lluvia y la ausencia de vientos, los que logran su extinción natural. Por lo tanto, la probabilidad de éxito en el combate de incendios forestales depende casi exclusivamente de la rapidez con que se detecte el foco original del fuego.

En consecuencia, es esencial contar con un sistema de vigilancia permanente, constituido actualmente por torres de observación, como instrumento base del sistema, y por vigilancia aérea, con aviones y helicópteros, como elementos de apoyo. Una vez detectado y ubicado un foco de incendio a través de estos medios, debe atacarse a la brevedad posible, mediante el empleo de brigadas de bomberos forestales, idealmente transportadas por helicópteros.

Dada la importancia de la silvicultura en la octava región, la vigilancia y el control de los incendios forestales cobra una relevancia especial.

De acuerdo a las estimaciones vigentes, el sector privado se ocupa de prevenir y controlar los incendios en el 50% de las plantaciones forestales del país. En el 50% restante, esa labor la ejecuta el Estado.

Considerando esta proporcionalidad, es interesante comparar los recursos destinados por las empresas forestales privadas en la detección y combate de incendios forestales, frente a los destinados por la entidad estatal responsable, CONAF (cuadro N° 4).

CUADRO N° 4

El Sector Privado Cuida el Bosque
Elementos de Control de Incendios Forestales
(unidades)

	CONAF	PRIVADOS
Centrales de Operación	5	14
Helicópteros y Aviones	5	11
Camiones Cisternas	0	17
Torres de Detección	3	72
Nº de personas	275	1.035

Aunque vigilan superficies similares, la desproporción de recursos es evidente: los propietarios privados dedican muchos más recursos a cuidar su patrimonio forestal que el Estado.

Aunque vigilan superficies similares, la desproporción de recursos es evidente: los propietarios privados dedican muchos más recursos a cuidar su patrimonio forestal que el Estado.

La conclusión de este ejemplo es simple. Si partimos de la premisa de maximización de beneficios, es factible suponer que el propietario privado, que valora su recurso forestal en función del negocio potencial que tiene, tratará de operar con el costo más razonable para así obtener el mejor margen posible. En consecuencia, lo más probable

es que opere con las inversiones, el personal y los gastos generales mínimos necesarios para lograr el objetivo de prevenir los incendios. Así, la conclusión obvia es que el privado valora más su recurso forestal que el Estado.

A modo de ejemplo, en Forestal Mininco, que al igual que muchas empresas forestales privadas enfatiza la detección oportuna y la acción rápida y coordinada frente a un foco de incendio, se ha logrado disminuir la extensión promedio de recurso dañado por siniestro desde 54 a 0,8 hectáreas por incendio.

Pinos mejor manejados

Los esquemas tradicionales de manejo de bosques de pino radiata contemplaban una alta densidad inicial de plantación, del orden de las 2.000 a 2.500 plantas por hectárea, las que se mantenían sin ralear hasta la corta final. En el mejor de los casos, un tercio de las plantaciones tenían intervenciones de raleo: la mitad de los árboles eran cortados a los diez años, y se hacía un raleo final a los quince años para dejar una densidad final de cosecha del orden de 600 árboles por hectárea.

Con el sistema tradicional de manejo, los bosques resultaban sombríos y silenciosos, sin sotobosque que albergara flora ni fauna, quedando éstas relegadas a las quebradas y a los límites del bosque.

Con este sistema de manejo, los bosques resultaban sombríos y silenciosos, sin sotobosque que albergara flora ni fauna, quedando éstas relegadas a las quebradas y a los límites del bosque.

El sistema de manejo utilizado hoy difiere radicalmente del anterior. Las plantaciones deben hacerse con densidades de 1.250 plantas por hectárea; a los cinco años se hace un primer raleo, dejando 700 árboles por hectárea; finalmente, a los

10 ó 12 años se hace un raleo final, dejando una densidad de 350 árboles por hectárea.

CUADRO N° 5

Esquemas de Manejo del Pino Radiata

	Tradicional sin Raleo	Tradicional con Raleo	Moderno
Densidad (árb/ha)	2.000	600	350
M^2 por árbol	5	16	28

Este cambio en las técnicas de manejo ha tenido un efecto sorprendente sobre la ecología de las plantaciones de pino; lo que antes eran bosques sombríos y de suelos desnudos, se ha transformado en una compleja diversidad botánica, donde una gran cantidad de especies nativas crecen gracias al mayor espacio y luminosidad, incrementada con las podas regulares.

El cambio en las técnicas de manejo ha tenido un efecto sorprendente sobre la ecología de las plantaciones de pino; lo que antes eran bosques sombríos y de suelos desnudos, se ha transformado en una compleja diversidad botánica, donde una gran cantidad de especies nativas crecen gracias al mayor espacio y luminosidad, incrementada con las podas regulares.

En forma paralela, y gracias a la protección y alimento brindados por este sotobosque, la fauna nativa tiene un gran desarrollo. Cada vez son más frecuentes los avistamientos de pumas, lo que implica, por su posición final en la cadena alimenticia, el incremento de diversos mamíferos menores, como el chingue, la liebre, el pudú y el zorro. Asimismo, se ha detectado un notorio incremento de aves, como chucaos, tiuques, águilas y peucos, entre otros.

Un segundo efecto positivo de estos nuevos sistemas de manejo, es la protección del recurso forestal mismo, pues se disminuye la probabilidad de incendios y se dificulta su propagación cuando ellos ocurren. Además, gracias a la mayor diversidad biológica, se baja también la frecuencia y

severidad de ataques de plagas y enfermedades forestales, haciéndose menos necesario el uso de plaguicidas.

El interés de las empresas forestales al introducir estos nuevos sistemas de manejo no ha sido incrementar la diversidad faunística ni de plantas autóctonas, sino obtener mayores y mejores volúmenes de madera. Que esto suceda, es decir, que el aumento de productividad de los bosques de pino implique un efecto ecológico positivo sobre la fauna y flora autóctona, no es casualidad. Los pinos, aunque son una especie exótica, obviamente se benefician con un ambiente complejo, donde los equilibrios naturales los protegen y ayudan en su desarrollo. Este caso, por lo demás, se ve repetido en la mayoría de las experiencias exitosas de explotación de recursos naturales.

El interés de las empresas forestales al introducir estos nuevos sistemas de manejo no ha sido incrementar la diversidad faunística ni de plantas autóctonas, sino obtener mayores y mejores volúmenes de madera. Que esto suceda, es decir, que el aumento de productividad de los bosques de pino implique un efecto ecológico positivo sobre la fauna y flora autóctona, no es casualidad.

Así, el interés del productor de mantener y cuidar “su” recurso implica el mantenimiento de equilibrios ambientales, que son justamente los que permiten la sobrevivencia y desarrollo del recurso deseado.

El caso del Pudú

El incremento de la biodiversidad al interior de los bosques puede ser aprovechado en favor de la imagen de empresas particulares, como lo demuestra el caso de Forestal Río Vergara (FORVESA).

Esta es una empresa cuyo objetivo principal es la producción de madera, para lo cual planta, maneja y cosecha bosques en una perspectiva de largo plazo. Es política de la empresa aumentar el

conocimiento sobre el bosque y sobre cada proceso dentro de su desarrollo, a fin de evitar daños irreparables y mantener su condición de recurso natural renovable. En esta perspectiva, FORVESA ha estado trabajando en el conocimiento y reproducción del pudú durante los últimos nueve años.

El trabajo se inició al tomar conocimiento de la presencia de ejemplares de pudú en los bosques de pino de la empresa. Algunos de ellos habían sido capturados por operarios de las faenas forestales, y otros por lugareños.

Se logró recolectar algunos pudúes que se mantenían en cautiverio en estos lugares, los que fueron trasladados a terrenos adyacentes a las oficinas de la empresa en Nacimiento. Al comenzar a reproducirse, fue necesario habilitar un área mayor en un predio cercano.

Es así como en 1985 se trasladan a un sector de 5 hectáreas del predio La Suerte, el que se caracteriza por poseer plantaciones de pino insigne y praderas, lo que reproduce un ecosistema muy frecuente en las regiones VIII y IX. Estando los pudúes en esta área, se controlaron periódicamente para conocer su crecimiento y desarrollo, junto con mejorar su estado sanitario.

Posteriormente, en 1989, FORVESA tomó contacto con científicos de la Universidad de Concepción que estudiaban el tema, ofreciendo áreas donde ellos pudieran aplicar sus investigaciones. A raíz de esto, existen dos áreas protegidas, la ya mencionada de Nacimiento y otra en la precordillera andina, sector de Collipulli, destinadas a los trabajos con la universidad. La labor que se realiza corresponde a una de las tres etapas contempladas

en el trabajo con la universidad, y consiste en liberar, en las áreas protegidas de depredadores, los pudúes criados en cautiverio, con el objeto que se adapten a la vida silvestre y se reproduzcan, para liberar finalmente animales en otras zonas y colaborar con la repoblación de la especie.

La presencia de pudúes, es decir, de animales superiores, demuestra que los esquemas de intervención silvícola que se llevan a cabo en esos bosques de pino han permitido el crecimiento de un sotobosque muy variado, lo que ha traído como consecuencia el aumento de la vida animal en su interior.

La presencia de pudúes, es decir, de animales superiores, demuestra que los esquemas de intervención silvícola que se llevan a cabo en esos bosques de pino han permitido el crecimiento de un sotobosque muy variado, lo que ha traído como consecuencia el aumento de la vida animal en su interior.

El trabajo que se desarrolla en forma conjunta por la Universidad de Concepción y Forestal Río Vergara es uno dentro de un marco mayor de programas planificados por esta empresa, que considera ampliar el conocimiento de las condiciones y elementos en que se desarrollan sus bosques, con el fin de conservar o aumentar su capacidad productiva en el largo plazo.

Las astillas no son enemigas del bosque

La explotación de bosques para producir astillas, es uno de los blancos preferidos de los ataques de los grupos ecologistas. La siguiente es una breve discusión sobre el papel que juega la producción de astillas en manejos de bosques naturales.

Para entender el problema se debe conocer la composición del bosque natural, qué proporción de éste se puede explotar, con qué objeto, y qué debe dejarse en el bosque para que éste se regenere, ojalá, con más rapidez y mayor calidad.

Un bosque natural tiene un volumen relativamente bajo de árboles de calidad maderable, siendo éste del orden del 10 a 20% en el caso de bosques de lenga. Tradicionalmente no han existido problemas para cortar todo este volumen de árboles de calidad adecuada, dejándose los ejemplares no aprovechables en pie o en el suelo. Este volumen de desecho, producto de deficiencias de calidad o de dimensión, es sumamente importante en los bosques naturales, constituyendo entre el 50 y el 60% de la población total. El restante 20 a 30% lo constituyen los árboles jóvenes que se dejan para la regeneración del bosque.

El volumen de desecho, dejado en el bosque, constituye desde el punto de vista silvícola, un obstáculo que limita la regeneración, la calidad y el crecimiento del bosque futuro. Hasta hace pocos años este desecho no tenía utilización posible, pero ahora existe la alternativa de su conversión en astillas comercializables, lo que permite hacer factible económicamente un manejo del bosque nativo.

El volumen de desecho, dejado en el bosque, constituye desde el punto de vista silvícola, un obstáculo que limita la regeneración, la calidad y el crecimiento del bosque futuro. Hasta hace pocos años este desecho no tenía utilización posible, pero ahora existe la alternativa de su conversión en astillas comercializables, lo que permite hacer factible económicamente un manejo del bosque nativo.

A modo de ejemplo, en un bosque de lenga sin intervenciones anteriores se puede extraer 100 m^3 por hectárea de madera aserrable, de un total de 500 m^3. De este mismo bosque es factible actualmente extraer 200 m^3 adicionales para astillas, quedando en el bosque 200 m^3 de árboles juveniles para protección y regeneración.

En un bosque de lenga sin intervenciones anteriores se puede extraer 100 m^3 por hectárea de madera aserrable, de un total de 500 m^3. De este mismo bosque es factible actualmente extraer 200 m^3 adicionales para astillas, quedando en el bosque 200 m^3 de árboles juveniles para protección y regeneración.

De acuerdo a expertos en silvicultura, el manejo del bosque implicará que éste alcanzará dimensiones maderables nuevamente en un período de 100 a 120 años, versus los 200 años que necesitaría un bosque sin manejo. Adicionalmente, el volumen maderable se triplicará a 300 m^3 por hectárea

Las tierras erosionadas, aparte de sustentar una cubierta vegetal degradada, o nula en los casos más extremos, conllevan procesos destructivos de los cauces de aguas, tanto por embancamientos como por menor retención de aguas lluvia, lo que incide en menores escorrentías en períodos estivales y en la formación de torrentes e inundaciones en los períodos de lluvia.

en el bosque manejado, bajando la proporción de astillas a 150 m^3.

En consecuencia, un análisis desapasionado del efecto de aprovechar los desechos de bosque naturales en la producción de astillas nos lleva a la conclusión que, cumpliendo ciertos requisitos, esta explotación trae beneficios desde el punto de vista ambiental.

Suelos más ricos

Es un hecho reconocido que la erosión de los suelos agrícolas es uno de los principales problemas del país, no sólo desde el punto de vista de la menor productividad de estos suelos, sino también desde una perspectiva ambiental amplia.

En efecto, las tierras erosionadas, aparte de sustentar una cubierta vegetal degradada, o nula en los casos más extremos, conllevan procesos destructivos de los cauces de aguas, tanto por embancamientos como por menor retención de aguas lluvia, lo que incide en menores escorrentías en períodos estivales y en la formación de torrentes e inundaciones en los períodos de lluvia.

En su expresión más aguda, han llevado históricamente a la extensión del desierto hasta casi las puertas de Santiago.

En la zona del secano costero interior, el fenómeno de la erosión se presenta como una pérdida de la calidad de la tierra y la presencia de profundas cárcavas, proceso que lleva finalmente a que el único uso posible de los terrenos sea la forestación.

En la zona del secano costero interior, el fenómeno de la erosión se presenta como una pérdida de la calidad de la tierra y la presencia de profundas cárcavas, proceso que lleva finalmente a que el único uso posible de los terrenos sea la forestación.

Con esta situación se vio enfrentado el empresario agrícola Carlos Crovetto, cuando en 1953 se hizo cargo del fundo Chequén, predio de 394 hectáreas ubicado en la cordillera de la Costa, cercano a Concepción.

Años de cultivos con métodos tradicionales habían convertido al predio en un ejemplo típico de los terrenos en la zona; un 11% de la superficie del predio estaba cubierta con cárcavas, y el resto sólo tenía tierras clase VI a VIII.

Años de cultivos con métodos tradicionales habían convertido al predio en un ejemplo típico de los terrenos en la zona; un 11% de la superficie del predio estaba cubierta con cárcavas, y el resto sólo tenía tierras clase VI a VIII. Impulsado por la necesidad de hacer productivas estas tierras, Crovetto empezó a experimentar nuevos sistemas de cultivo, tales como la introducción de siembra de especies forrajeras como el trébol encarnado y el lupino azul, y el cultivo en franjas alternadas, que si bien era un paliativo, no solucionaba el problema. Así en 1959 decidió eliminar el uso del arado. Esto fue realizado aún con presiones en contra por parte de los propietarios de los predios vecinos, y necesitando además bonificar especialmente a los medieros del fundo para que aceptaran el nuevo sistema.

En reemplazo del arado y del cultivo del trigo surgió la pradera mejorada lo que en corto tiempo le permitió manejar una masa eficiente de ganado Hereford.

Entusiasmado por el éxito obtenido en las mejoras de fertilidad, logró una beca a Estados Unidos de Norteamérica, la que fue seguida por repetidos viajes de conocimiento a este país y a Nueva Zelandia, de los cuales fue extrayendo nuevas experiencias, que fue aplicando en su predio. Todas éstas le fueron comprobando la bondad de los cultivos con la menor intervención posible sobre la tierra, lo que se cristalizó finalmente en la primera siembra "cero labranza" de maíz en 1978.

La tecnología aplicada por Crovetto ha logrado resultados más que satisfactorios en cuanto a producción, llegando a valores de 62 quintales por hectárea en trigo y 125 quintales por hectárea en maíz, rendimientos excepcionales para el secano costero, donde lo común son 15 a 20 quintales de trigo y 30 a 40 quintales de maíz por hectárea.

La tecnología aplicada por Crovetto ha logrado resultados más que satisfactorios en cuanto a producción, llegando a valores de 62 quintales por hectárea en trigo y 125 quintales por hectárea en maíz, rendimientos excepcionales para el secano costero, donde lo común son 15 a 20 quintales de trigo y 30 a 40 quintales de maíz por hectárea. Además de lo anterior, ha logrado revertir totalmente el proceso de erosión, añadiendo, mediante este sistema de cultivo, hasta 1 mm. de sustrato vegetal al suelo por año.

El manejo de cultivos, plantaciones frutales y forestales, establecimiento de praderas y su regeneración a través de la cero labranza es un método que reemplaza las tradicionales prácticas del movimiento del suelo con arados, rastras, cultivadoras y otros implementos, por otras prácticas y equipos que permiten colocar semillas en el suelo sin removerlo mayormente. Se trata de una técnica que permite usar suelos de gran pendiente, en producción de alimentos, forraje y productos industrializables sin provocar erosión.

Entre las ventajas de la cero labranza se pueden mencionar: el eficiente control de la erosión del suelo manteniéndolo en producción, la mejor conservación de la humedad disponible para los cultivos, el permanente aporte de materia orgánica que se genera paulatinamente y un menor consumo de combustible.

Entre las ventajas de la cero labranza se pueden mencionar: el eficiente control de la erosión del suelo manteniéndolo en producción, la mejor conservación de la humedad disponible para los cultivos, el permanente aporte de materia orgánica que se genera paulatinamente y un menor consumo de combustible. Este sistema de manejo del suelo puede resultar más económico que el tradicional al comparar períodos largos de tiempo y rotaciones de cultivos rentables. Además, es una eficiente alternativa de manejo del suelo para los pequeños productores que no cuentan con tractores ni implementos mecánicos más allá que los de tiro animal, ya que al no considerarse necesario el proceso de araduras ni

rastrajes, la superficie que puede manejar un pequeño productor se multiplica por tres o por cuatro al requerirse solamente una rotura del suelo con un arado de tiro animal antes de la siembra y otra pasada con el mismo implemento para tapar la semilla o tubérculo. En este sistema, un aspecto básico es la utilización de herbicidas para el control de malezas antes de la siembra de los cultivos o forrajeras o plantaciones forestales.

La mayor desventaja del sistema de la cero labranza se refiere a la necesidad de controlar las malezas periódicamente con herbicidas, lo que implica conocer en profundidad estos productos.

La mayor desventaja del sistema de la cero labranza se refiere a la necesidad de controlar las malezas periódicamente con herbicidas, lo que implica conocer en profundidad estos productos. En este sentido, es importante aclarar que existen herbicidas que se degradan en el suelo en forma inmediata, sin provocar contaminación, y son estos compuestos los más utilizados en este sistema. También podría considerarse como desventaja del sistema la necesidad de adaptar drásticamente la sembradora tradicional para que pueda sembrar un cultivo sobre un suelo sin preparar y que puede presentar algún grado de rastrojo del cultivo anterior. En casos extremos de rotaciones de cultivos muy densos se requerirá invertir en una maquinaria de siembra especializada para este propósito.

De cualquier manera, el sistema de manejo del suelo bajo cero labranza presenta un balance final muy positivo desde un punto de vista de conservación de los recursos naturales y, a la vez, tiene una adecuada rentabilidad.

De cualquier manera, el sistema de manejo del suelo bajo cero labranza presenta un balance final muy positivo desde un punto de vista de conservación de los recursos naturales y, a la vez, tiene una adecuada rentabilidad, tal como lo ha demostrado Carlos Crovetto en la Octava Región. Además, este eficiente productor ha entusiasmado a muchos otros en ésa y otras regiones del país, lo que ha permitido que el sistema de producción bajo cero labranza sea una alternativa de creciente uso en la producción de cultivos, forrajeras, plantaciones frutales y forestales.

Este caso muestra una vez más cómo la iniciativa privada es capaz de buscar soluciones originales efectivas para mejorar el medio ambiente y hacerlo útil a sus fines, con el incentivo de mejorar su productividad y valorizar en mejor forma su patrimonio, y así finalmente lograr maximizar su bienestar, siendo estas experiencias exitosas rápidamente imitadas por otros.

Este caso muestra una vez más cómo la iniciativa privada es capaz de buscar soluciones originales efectivas para mejorar el medio ambiente y hacerlo útil a sus fines, con el incentivo de mejorar su productividad y valorizar en mejor forma su patrimonio, y así finalmente lograr maximizar su bienestar, siendo estas experiencias exitosas rápidamente imitadas por otros.

Los ejemplos investigados nos muestran para diversos sectores de la actividad económica chilena cómo la empresa y el mercado como instrumento de asignación de recursos posibilitan el cuidado del medio ambiente. Asimismo, vemos que ante problemas de falta de definición de derechos de propiedad o altos costos que impidan a las partes ponerse de acuerdo en los beneficios o costos netos de una actividad, se requiere una participación del Estado para proteger el medio ambiente. Ese rol del Estado debe estar orientado a posibilitar que los precios del mercado reflejen los costos y beneficios de una actividad productiva para toda la sociedad. Así, nuevamente, se logra el cuidado racional del medio ambiente. Será el propio interés individual el que, junto con permitir una producción eficiente y a mínimo costo de los bienes y servicios que la sociedad demanda, se preocupará por un adecuado uso de nuestros recursos naturales. El desarrollo sustentable se alcanzará si multiplicamos los ejemplos aquí reseñados.